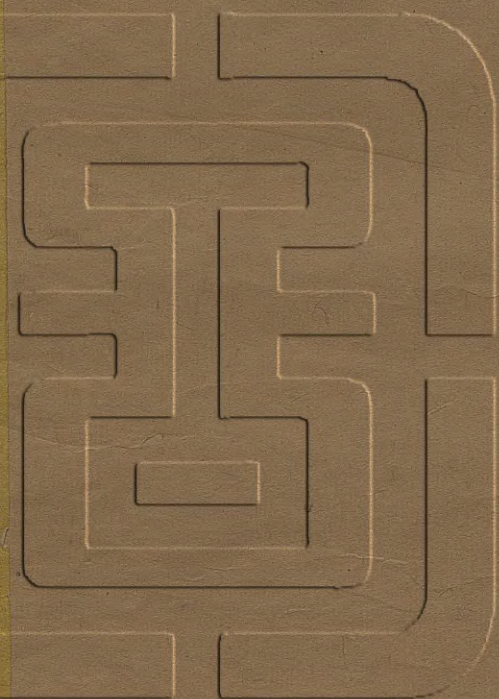


增訂格物入門

卷三



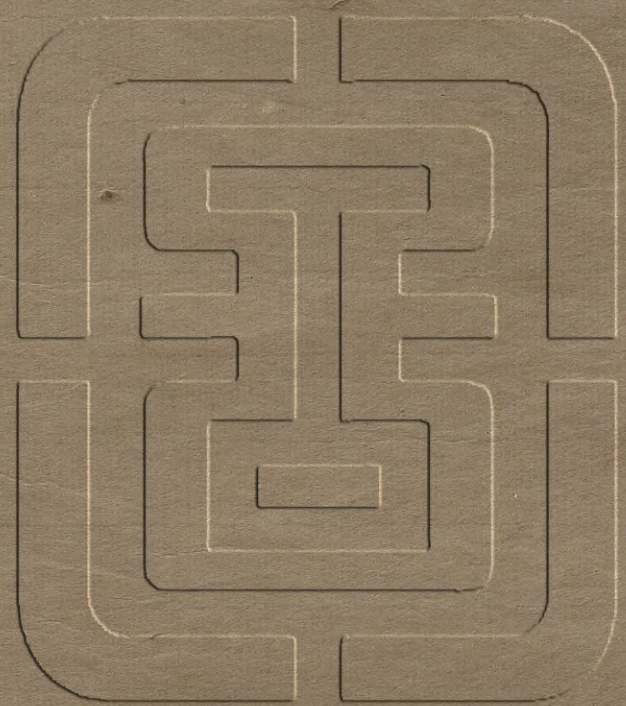
科10  
9956.3  
=3

17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45

增訂格物入門卷三

氣  
字

美國丁韋良著



光緒己丑  
仲穉同文  
館集珍板

增訂格物八門氣學卷三目錄

上章論天氣

論氣學

各氣所同之性

氣與汽之別

論天氣

氣之攙和

天氣之功用

人物藉天氣養生

增訂格物入門 卷三  
雨露藉天氣運行

毒氣藉天氣消化

熱氣藉天氣存儲

光藉天氣散布

隕石於地藉天氣保護

天氣之高

天氣之高不能無窮

測天氣之高

天氣有質之證

稱天氣之重

天氣不與他物同處

以玻璃瓶覆水驗之

以玻璃瓶吹氣驗之

以二瓶灌水驗之

以曲管灌水驗之

天氣與水輕重比例

物浮天氣之故

天氣下壓之故

以玻璃管倒懸驗之

以玻璃杯倒執驗之

以茶壺吸氣驗之

以牛腭吸氣驗之

以水銀下滲驗之

吸重鞞

吸水上行之故

掣酒自流之故

間流泉

間流管

天氣入水

風箱之理

測天氣下壓之力

吸水節節遞上

吸水管不能省力

水銀隨天氣升降

起風之故

落雨之故

風雨表

水銀作風雨表

水作風雨表

空盒風雨表

風雨表隨地易度

預知風雨之理

航海用風雨表

測山用風雨表

風雨表附用寒暑表

以水沸測山高

水沸測量加減之數

測天氣共重

內外氣力相抵

驗天氣漲縮

以瓶吹氣驗之

以牛脬壓氣驗之

以瓶盛葢人驗之

以空瓶覆水驗之

增訂格物入門 卷三  
四  
驗力大氣縮

以管塞加重驗之

以曲管灌水銀驗之

氣槍

氣礮

氣礮之式

天氣高下輕重等差

驗天氣冷熱漲縮

以脬置火旁驗之

以空杯覆水驗之

以杯中燃紙驗之

以洋燈驗之

氣球

球盛天氣

球盛淡氣

球盛煤氣

氣球升降之法

氣球之用

增訂格物入門 卷三  
五  
以輪機行氣球

防險傘

天氣機

吸氣筒

吸氣筒附水銀管

玻璃罩之用

雙管吸氣筒

以空球驗壓力

以雙瓶驗壓力

氣車

積氣筒

積氣泉

積氣開山

以高管流水積氣

以活塞催水積氣

入水鐘

入水鐘之理

入水衣



增訂格物入門 卷三  
驗氣之循環

令氣自行循環

生火令氣循環

揚風令氣循環

赤道左右風向

貿易風偏向之故

風路循環

海濱之風早晚易向

亞細亞冬夏風向

風遇阻易向之風

旋風之故

大旋風

海上避風

旋風吸水

風行之速力

風稱

盤條風稱

曲管風稱

風磨

濕氣之原

驗濕氣之理

雨水循環之理

計雨水多寡

風雨臺

驗風之用

驗雨之用

風雨臺電線之用

霜露之原

雪雹之原

天氣中濕氣隱顯

測量濕氣

以綠灰吸水驗之

以礬精減熱驗之

以表測水化氣驗之

以人髮伸縮驗之

中章論蒸氣

論蒸氣

蒸氣與濕氣之別

天然蒸氣機

蒸氣四綱

驗第一綱之理

驗第二綱之理

驗第三綱之理

驗第四綱之理

汽漲倍數

漲力與熱度比例

寸水化汽生力

寸水生力之證

用蒸氣之力

古知蒸氣有力未知其用

希氏蒸氣玩物之式

法國汽機創自高氏

高氏所創之法

高氏之法初未見用

英國汽機創自吳氏

吳氏所創之法

賽氏創造汽機

水由壺嘴上流之故

賽氏所創之法

吳賽二氏之法異同

牛氏所創之法

牛氏之法三弊

耗費熱氣

生力有限

運行不速

今用瓦氏之法

瓦氏所創之法

雙行汽機之式

合頁啟閉

合頁啟閉不需人力

通力輪

柄藉輪力旋轉

穩行球

節汽合頁

汽表

平安合頁

節水機

節火機

記數輪

汽機全式

汽桶動靜之故

節省汽力之法

汽機高度低度之分

低度機

高度機

高低合用機

汽機以馬力爲則

斤水化汽之力

五斤水化汽之力

一石煤化汽之力

汽機製造省力無窮

汽機代人工

汽機紡織利益

阿氏以汽機代紡

克氏以汽機代織

火車創始

馬車鐵路

火車之式

火車之速

火車省費

火車過山

德氏司氏創造火車

輪船之式

輪船之速

賽氏創造輪船

各國鐵路多寡

近年輪船漸增

中國輪船火車利益

下章論聲音

聲音之生

驗天氣傳聲

氣薄聲小氣厚聲大

傳聲之速

傳聲之遠

計發聲遠近

發聲遠近之理

各質皆能傳聲

傳聲之物

按傳聲理造器同

不能傳聲之物

驗物顫動發聲

高低隨物顫速

驗高低隨顫速

聲音高低大小不同

琴絃驗顫速

高低隨絃定音

倍速音高

絃分八音

絃各顫速

洋琴

風琴

八音分爲三類

三類之別

華音與西音異同

音分層數

驗二聲成啞

二聲成啞之理

以火作樂之法

火焰感樂之法

山谷應聲之故

回響之速

回響隨距遠近

聲斜出回響

球心回響



增訂格物入門 卷三 十四  
正圓心回響

橢圓心回響

拋物心回響

傳聲管

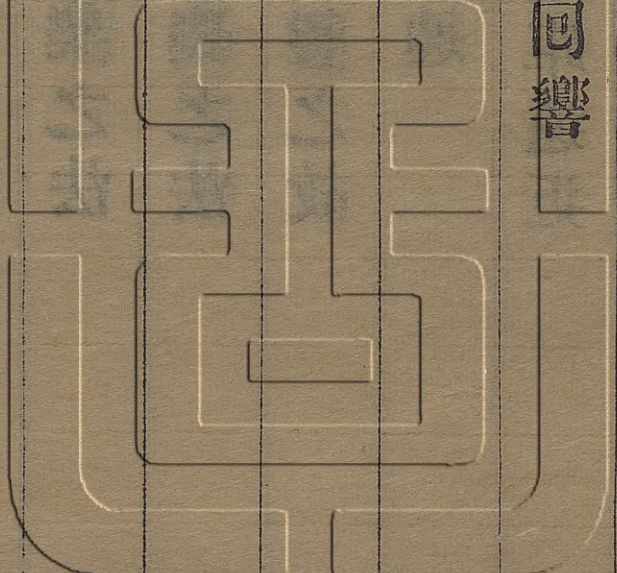
揚聲筒

接聲筒

傳聲線

德律風

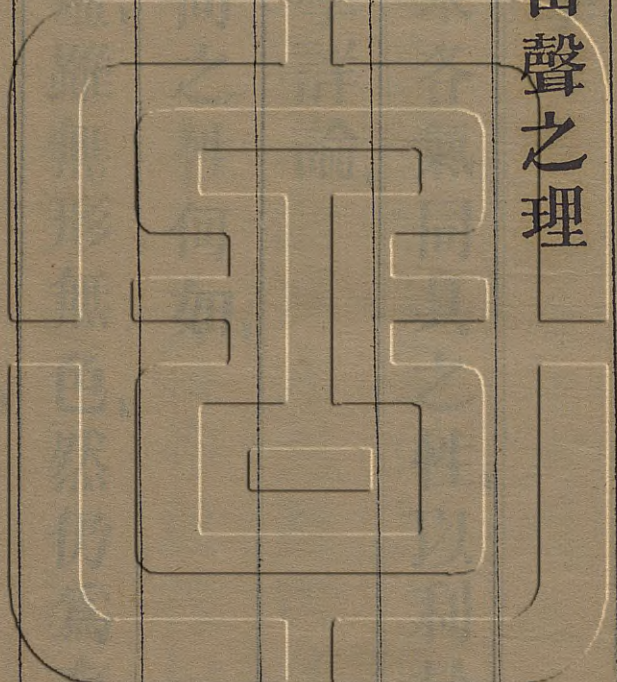
顯聲機

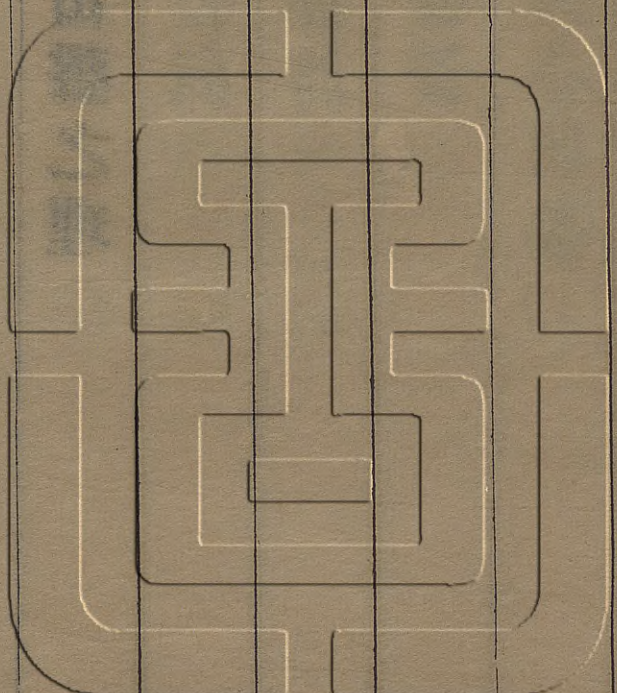


儲聲機

耳聞聲之理

口出聲之理





論格物

其間論之

增訂格物入門氣學卷三

美國丁韞良著

上章論天氣

論氣學

問、何為氣學、

答、所以講求各氣同具之性、以利於用、至各氣之異性、

則歸化學詳論、

問、各氣所同之性何如、

答、氣屬輕虛、雖無形無色、然仍為有質之物、惟驅力勝

於吸力、若無外阻收束、必逐漸散漫、以重壓之、皆能

縮小、此各氣所同之大畧也、各氣體質、輕重不等、故

各氣所同之性

論天氣

論氣學

氣與汽之別

恒以天氣為則

問、氣與汽何別

答、氣類極多、其易變為流質者、名為汽類、如蒸氣之出於水而復於水也、其餘各氣、若以大力壓之、且令極冷、亦多能變為流質、大抵壓力甚大而冷、皆能令虛質變流質、流質變實質、如汽之成水、水之成冰是也

問、何為天氣

答、環繞地球一層、凡生物所呼吸者、皆天氣也、靜則為氣、動則為風

論天氣

氣之攙和

問、氣之攙和若何

答、與水之攙和畧同、凡二氣相接、雖無交感相合、亦必漸相攙和、時久則散布均勻、如天氣乃養氣二、硝氣八、炭氣不足百分之一、三者所攙和是也、且由地面以至天氣盡處、雖輕重不等、然多寡比例、無少變易也

氣之攙和

天氣之功用

問、天氣之功用若何

答、人物呼吸、藉天氣之質以養生、一也、雨雪霜露、藉天氣之力以運行、二也、毒氣發散、藉天氣攙和以消化

三也、地受太陽熱氣、藉天氣包裹以存儲、四也、太陽之光、藉天氣返照以散布、五也、隕石於地、藉天氣磨阻以保護、六也、

人物藉天氣養生

問、人物藉天氣以養生若何、

答、準前論、天氣中含養硝炭三氣、養氣者、人畜藉呼吸以生、炭氣者、草木藉呼吸以長、至於硝氣、乃攙和養炭二氣、不令有過濃之弊者、

雨露藉天氣運行

問、雨雪霜露、藉天氣以運行若何、

答、雨雪霜露、皆由空中濕氣而成、但隨冷暖之度、以易

形耳、夫濕氣原於水之遇熱化生、尤必藉天氣之力、吸升空際、故天氣漲而吸氣入雲、縮而化雨降地、所以雨澤之施、實藉天氣以運行也、

毒氣藉天氣消化

問、毒氣藉天氣以消化若何、

答、煤薪生火、人畜呼吸、皆出炭氣、攙和於天氣中、草木吸之、存其炭質、以資枝葉之發生、復出其養氣、以供人畜之呼吸、至各種毒氣、或與天氣中養硝炭三種相感而化、或散於他物而化、循環不已、故天氣不壞、其所以消化、而不至為人物害者、實藉天氣攙和之

熱氣藉天氣存儲

力也。

問、太陽熱氣、藉天氣以存儲若何、

答、設無天氣、則地面向日背日之處、冷暖大相懸殊、白晝必令海水滾沸、黑夜必令海水結冰、今地球所以冷暖有節者、實藉天氣包裹、儼如衣被、白晝既能阻光、以減酷熱、黑夜亦能存熱、以免嚴寒、且時時運行、使熱氣周圍散布、以資人物之長養也、

光藉天氣散布

問、太陽之光、藉天氣以散布若何、

答、設無天氣、日光直射處則明、餘皆黑暗、今儘恃門牖

隕石於地藉天氣保護

故功用仍歸於天氣也。

問、隕石於地、藉天氣以保護若何、

答、隕石出於流星、統計周天流星、墜入天氣、每晝夜不下千餘萬、小如彈丸、大如舟車、入天氣後、相磨生熱、化氣而散、未化盡者、始能墜地、故地上人物、實藉天氣之力保護、方不被隕石所傷、否則隕石觸地、較大

蔽轟擊其害人尤加烈矣

天氣之高

問、天氣環繞地球其高何如

答、俗以為天氣輕浮無遠弗屆其高不可限量而格物家測得天氣包裹地球實係漸高漸稀約其限必在二百里以外千里以內若以上下厚薄如一計之海面上高不過二萬五千零六十七尺

天氣之高不能無窮

問、天氣之高不能無窮何以知之

答、天文家察星運行一周自古迄今其快慢無大差別因知星宿運行之際實係空虛無天氣以阻之也且

測天氣之高

問、天氣之高何以測之

答、其法有二一察日落後矇矓影限十八度即知光入地之吸力適與其驅力相抵故不能高至無窮也

至淨盡然其質極薄幾與無氣相等况天氣為有質之物其各微點莫不受地球吸力性雖散漫其所受天氣返照使然由是推之天氣之界必高過一百五十里一見流星經過即知星入天氣生熱發光由是推之天氣雖薄必高至八九百里

詳見格物測算

天氣有質之證

問、天氣有質、何以驗之、

答、天氣視之、若無形體、然耳可聞其聲、物可察其力也、如以木板搖動如扇、即覺有物阻滯、此其微點之阻力也、至動盪成風、即能轉磨行船、甚則拔樹掀石、鼓動萬物、若非有質、何能生此大力、况其重可稱、且不能與他物同處、皆有質之證也、

稱天氣之重

問、天氣之重、何以稱之、

答、用有螺絲塞蓋之瓶、以吸氣筒吸空瓶內天氣、置天平上稱準、開其塞蓋、則瓶必加重、其二數之較、即天

天氣不與他物同處

氣之重也、

問、天氣不能與他物同處、其故何也、

答、凡有質之物、皆無數微點所積而成、若入以他質、須本質微點相讓、始有容受之隙、天氣雖極稀薄、無微不入、然亦須有容受之地、方能攙入他質、雖清活如水、亦不能與天氣同處、欲驗其理、有數法焉、

問、其一何也、

答、用玻璃瓶倒置水中、水雖入瓶、必不能上至瓶底、試以小片輕木置瓶中、令浮水面、則見瓶中之水、低於

以玻璃瓶覆水驗之

瓶外之水，此瓶中天氣阻之也。

以玻璃瓶吹氣驗之

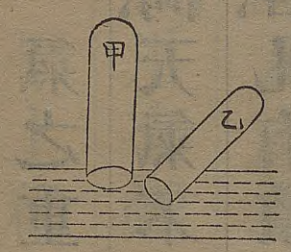
問，其二何也。



答，如圖，用玻璃瓶盛滿水，倒置水中，瓶水不落，以曲管插入瓶口吹之，則見瓶水下落，因氣吹入瓶，催水使下也。

以二瓶灌水驗之

問，其三何也。



答，如圖，玻璃瓶盛滿水，倒置水中如甲，復倒置一空瓶，微側之如乙，令二口相合，則乙瓶之氣，達於甲瓶，甲瓶水必下落，升入

以曲管灌水驗之

問，其四何也。

乙瓶，儼如甲瓶之水灌入乙瓶，此水中灌水，頗有可觀。

答，如圖，甲丙乙曲管，以指按嚴乙端，水自甲端灌入，兩



端之水必不能平，因乙端有天氣阻之也，如去指，則天氣被水催出，兩端之水

必平，四者，皆天氣不能與他物同處之證也。

問，天氣與水輕重之比例若何。

天氣與水輕重比例

答，溫和之時，方尺天氣重一兩零六分，方尺水重八百



物浮天氣  
之故

四十八兩，故天氣重與水重比，若八百與一比。

問，物於天氣中能浮，何故？

答，物浮氣中，與浮水中理同，雲之上騰，因其質輕於天

氣也。

問，天氣下壓，何故？

答，物之有重，被地力所吸也。準前論，天氣既為有質，因

受地之吸力，故能下壓，欲驗其理，有數法焉。

問，其一何也？

答，如圖，玻璃管盛水，指堵其口，忽令倒懸，水不流出者，

天氣下壓  
之故

以玻璃管  
倒懸驗之

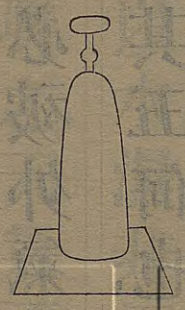


因有天氣上托之力，故俟天氣壓入  
少許，有一點氣泡上升，水始流出一  
滴也。

以玻璃杯  
倒執驗之

問，其二何也？

答，如圖，用玻璃杯盛滿水，堅厚濕紙蓋  
嚴，陡然倒執，水不外流，紙不下落，亦天



氣上托之力也。

問，其三何也？

答，茶壺用濕紙蓋嚴，以口由壺嘴微吸內氣，紙必被外

以茶壺吸  
氣驗之

以牛脬吸  
氣驗之

氣壓令下凹，力吸之，則紙破矣。

問：其四何也。

答：以牛脬一片，縛緊瓶口，用吸氣筒吸出瓶內天氣，脬

必被外氣壓破矣。

問：其五何也。

答：以長大玻璃瓶，口縛牛脬一片，中令下凹，上置水銀，

用吸氣筒吸出瓶內天氣，則見水銀由脬下滲，滴落

如雨，亦水銀被天氣下壓使然。五者皆天氣下壓之

證也。

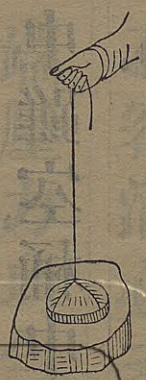
以水銀下  
滲驗之

吸重鞞

文始  
鞞自

問：吸重鞞何物。

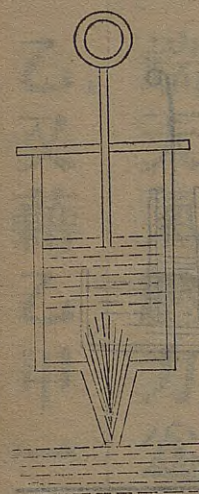
答：如圖，用圓皮一片，居中繫繩，以水蘸濕，蓋於木石墩



上，周圍按令極嚴，不使透氣，漸提其繩，墩雖重數十斤，自隨之而起。夫皮

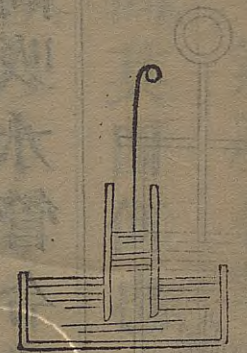
以水濕，非因水有黏力，取其皮與木石相接處，有水  
聯之，天氣不能透入，亦天氣上托之證也。

問：吸水管令水上行，其故何也。



答：如圖，管中置活塞，如激筒然，一  
端入水中，上提其塞，則水隨之而

吸水上行  
之故

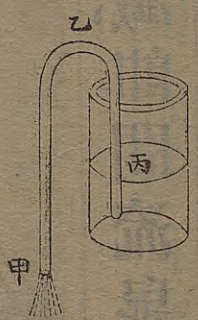


上、因管中空虛、管外水面天氣壓令  
上行也、如云不然、試以桶盛水、如又  
圖、桶上覆活蓋、蓋上安管、令與水通、

用力壓其活蓋、水由管上行、與吸水管上提無異、桶  
蓋若極嚴密、管中雖設活塞上提、水仍不上行、因管  
中雖空、桶中水面無天氣下壓之故、吸水管即此理  
也。

掣酒自流  
之故

問、酒掣吸酒自流、其故何也。  
答、以兩端壓力不等也、如圖、甲乙丙酒掣、丙端插入酒



器、吸盡管內天氣、則酒面受天氣壓力、  
酒即隨至甲端、甲乙既長於丙乙、則甲

乙容酒必多於丙乙、雖甲端亦有天氣抵力、而與丙  
端壓力均勻、惟藉甲乙多於丙乙之酒重、掣使外流、  
如天平之重端必低也、設管之截面方寸、兩端各有  
天氣壓力十八斤、若甲乙容酒五斤、丙乙容酒三斤、  
各與天氣壓力相較、則甲端天氣抵力為十三斤、丙  
端天氣壓力為十五斤、丙端力大二斤、故壓酒流至  
乙、又藉乙甲一段酒下垂之力、故能使酒向外而流

也。酒掣之大者名爲過山龍

問流泉

問、問流泉何解、



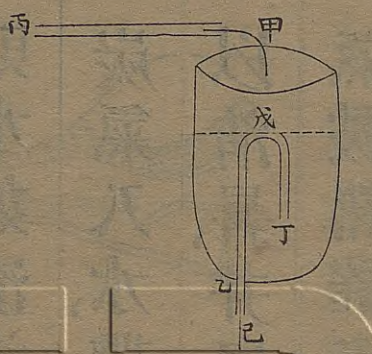
答、山泉忽流忽止、按時不差、人每以爲異、不知卽天生酒掣也、如圖、山中甲丙空處、蓄水漸滿至乙、卽由乙丁旁隙外流、丙乙丁儼如曲管、至水低於丙、則忽止、俟水滿至乙、則又流、爾雅云、泉一見一否爲

濺、卽問流泉也、

問流管

問、問流管何物、

答、用以發明問流泉之理者、如圖、甲乙玻璃杯、乙有小



孔、置丁戊己曲管、形如酒掣、己端由乙孔透出、水由丙橫管灌入杯中、細流不止、水被天氣下壓、由丁端上至於戊、由己流出、少時水面吸落至丁、

水卽止而不流、俟水蓄至戊、則見又流、以次問流問止、故名問流管、

問、天氣能入水中否、

天氣入水

答前論天氣雖不能與他物同處然天氣及各氣皆能

吸入水內少許詳見化學若以積氣筒催之則氣入水更

多設以滿瓶水催氣使入視之無所增減迨去其塞

則水如滾沸氣由水面透出使然西國每以此法催

炭氣入水帶有鹹味名曰鹹水又名氣水盛熱時飲之可

以消暑井泉之冷者因攙天氣水味甘美煮沸則天

氣被熱催出待涼飲之其味失矣河海水中皆有天

氣深入故鱗族不出水亦可藉天氣呼吸以生

問風箱之理何解

風箱之理

答箱中設二合頁一在箱底內開以放氣入一在箱嘴

外開以放氣出因機柄外抽則箱內空虛而天氣壓

入機柄內送則氣由箱嘴催出迨至復抽則箱嘴合

頁閉住使火灰不得入西國多以皮為

之如圖上下木板中聯以皮不用機柄

抽送只令板起落則氣自出入其小者

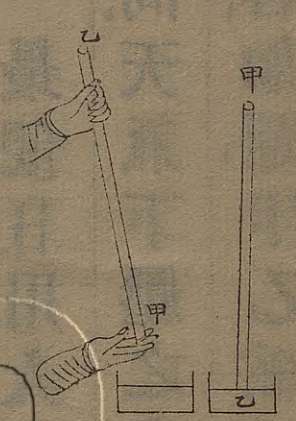
最便日用人之呼吸胸膛起落與此理同

問天氣下壓之力何以測之

答如圖甲乙玻璃管長不過三尺灌滿水銀甲端堵嚴



測天氣下壓之力



乙端入水銀桶，則管中水銀較桶中水銀高二尺四寸不落，因管中無氣，水銀面有天氣下壓也。是知全高天

氣壓力與二尺四寸高水銀相等矣。

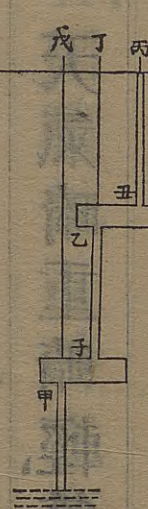
問：管之吸水，不能高過三丈二尺，其故何也？

答：因三丈二尺高水重，與全高天氣相等，過此則水面

上天氣壓力，不敵管中水之壓力，故水不能升。然井

若過深，或用半吸半提之法，或連用吸水管數具，如

圖甲乙丙三管，各有鐵條，上通地面，以便上提。子丑



為水槽，層層遞接，甲管吸水三

丈二尺至子，乙管吸水至丑，丙

管吸水出井口，如此節節遞吸，

井雖過深，亦可吸水而盡矣。地面

上丙丁戊三處所用器具皆如常式故不見圖中

問：吸水管能省力否？

答：不能省力也。因須將管中天氣吸空，水面受管外壓

力，水始上行。天氣壓力既與三丈二尺水等重，吸去

天氣，亦須用提升三丈二尺水之力，故吸水管無論

吸水節節遞上

吸水管不能省力

康氏制天本驗觀天

水銀隨天氣升降

非皆代

若干具相接皆不能省力蓋吸水管取其便於用力

非因省力而用也

問全高天氣既與二尺四寸水銀等重而偶有輕重之

問差其故何也

答天氣包裹地球隨時稍有變易因氣有厚薄之分故

壓力有大小之差夫水之在海潮長則漲而深潮退

則落而淺天氣在空遇冷則凝而重遇熱則散而輕

天氣畸重畸輕管中水銀即隨之稍有升降風雨表

之預知風雨即此理也

起風之故

問起風何故

答因隨地隨時之寒暖不同也夫地勢有下凹之處水

必向之而流天氣有稀薄之區氣亦向之而聚故動

盪而成風也

落雨之故

問落雨何故

答亦因寒暖之不同也濕氣遇熱上騰其下之天氣較

重則雲浮而不雨迨濕氣遇冷下沉其下之天氣較

輕則雲垂而致雨

風雨表

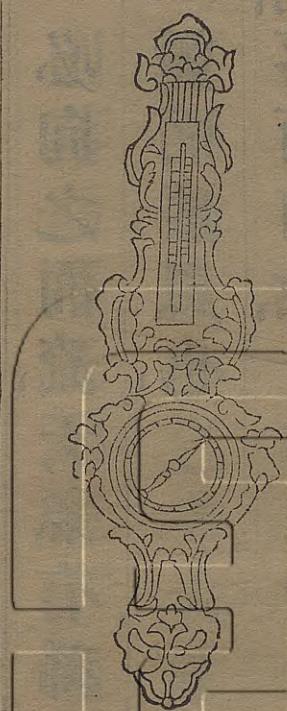
問風雨表何物

水銀作風雨表

答、用以預測風雨也、其式不一、有玻璃管盛水銀者、有玻璃管盛水者、有鋼盒盛法條者、

問、用水銀作風雨表何如、

答、法與水銀測量天氣同、如圖、玻璃管封嚴上口、外畫



度數、下端連於盛水銀皮袋、視天氣壓力大小、以驗風雨、間有另設表面表針、

如圖下式、令隨水銀漲縮、運針以指風雨度數、更有表架隨帶寒暑表、以便併計寒暖、免致錯誤者、

水作風雨表

問、用水作風雨表何如、

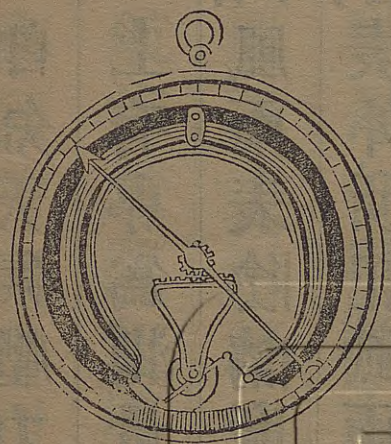
答、理與用水銀同、惟管須極長、不能攜帶、屋亦難容、因

空盒風雨表

水銀較水重十三倍半、故管必長三丈二尺、方能適用、惟西國星臺恒用之、取其度數較大、易於考驗也、

問、用鋼盒作風雨表何如、

答、如圖、為吸空天氣鋼盒、中盤鋼條、盒背極薄、與鋼條相連、以抵天氣壓力、隨天氣輕重、令鋼條伸縮、撥針指盒面度數、察針運行之度、





風雨表隨地易度

即知天氣壓力大小，以驗風雨，便於隨身攜帶，且表上有專為測量高低度數，無須臨時測算也。

問：風雨表陰晴度數，各地相同否？

答：表外所記風雨陰晴度數，不能處處皆同，因天氣隨地改易，故用表於某處，應於某處較準。陰晴度數方能應驗。若航海時，時易地，更不能拘執風雨陰晴字樣，以為準則，必明其理而熟悉之，庶無錯誤。大抵水銀升則報晴，水銀驟降則報烈風，水銀漸降時久，應預防風雨。迨風雨既至，水銀雖上升，風雨未必即止。

預知風雨之理

若水銀升高而定，則風雨必不久而止矣。

問：預知風雨，其理何也？

答：表中水銀，恒與表外天氣壓力相抵，故水銀驟降，即知本地天氣輕薄，他處氣重，向之而聚，如水之就下。然是知欲起風也。若水銀漸落時久，則本地氣輕雲墜，是知欲降雨也。

問：風雨表用於航海何如？

答：航海若陡起颶風，猝不及防，甚屬危險。有表考驗，先事預防，則舟楫可以無虞。各國往返，履大海如通衢。

航海用風雨表

測山用風  
雨表

者、端賴此表之益也、

問、風雨表用於測山何如、

答、準前論、天氣由地上升、漸高漸稀、則壓力漸小、故攜表上山愈高、表中水銀愈降、按度計之、即知山為若干高、設天氣能上下厚薄如一、則升高每八十七尺、水銀必下降一分、山不甚高、即可按此計算、若高過二三千尺、則度數不能密合、須按公式推算、公式詳見格物

問、地勢高低、亦可用此法測之、

問、以風雨表測量高低、天氣之陰晴冷暖有礙否、

風雨表附  
用寒暑表

答、陰晴偶變、天氣壓力改易、則表度亦因之而變、冷暖

偶更、不但天氣壓力改易、水銀亦隨之漲縮、故僅藉

風雨表測量高低、難得確數、至無水銀空盒表、其鋼

質亦隨冷暖有漲縮之別、是以測量地勢、須於兩地

同時測之、仍附用寒暑表、以加減冷暖所差之度、庶

無錯誤、惟升高山必較平地尤冷、須用寒暑表較準

兩地熱度、方合、

問、以水沸測量山高、其理若何、

以水沸測  
山高

答、平地高山、兩地煮水、以寒暑表驗之、山上水沸、其熱



問、天氣共重若干、

答、準前論、每方寸天氣既與二尺四寸水銀等重、則地  
面上天氣、正如二尺四寸高一層水銀包裹地球、按  
每方寸水銀重十二兩二錢八分、則二尺四寸水銀  
重、為十八斤有奇、以地球面積乘之、得天氣共重五  
百八十一萬一千五百七十二兆、萬萬為兆九千七百九  
十萬零四百八十八噸、一千六百斤為一噸

內外氣力相抵

問、天氣重既如此、而人物不覺其下壓、其故何也、  
答、人物皆有孔竅通氣體中之氣、適與天氣壓力相抵、

問、故不覺重、魚生水中者、亦體中之水、與體外之水相  
抵也、設以人全體之面計之、約七八方尺、所受天氣  
壓力、不下數千斤、魚居深海、所受水之壓力、每至數  
萬斤、苟非內氣內水、與之相抵、則人與魚焉能不被  
答、氣與水壓斃哉、

驗天氣漲縮

問、天氣漲縮、何以驗之、

答、欲驗其理、有數法焉、

以瓶吹氣驗之

問、其一何也、  
答、如圖、甲乙玻璃瓶、盛水至丙、以丁戊小管插入瓶塞、

以牛脬壓  
氣驗之

以瓶盛  
人驗之

以空瓶覆  
水驗之

問、其一何也、

答、縮、離則漲、壓水面、故催水上躍也、

問、其二何也、

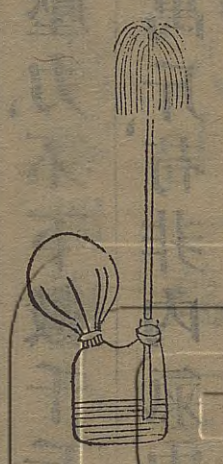
答、如圖、雙口玻璃瓶、一口插細管、其另一口縛吹臙牛脬、力握其脬、水必由管躍出、因握令氣縮、隨即漲壓水面、故亦催水上躍也、

問、其三何也、

答、如圖、用玻璃瓶盛水、內置二空心小瓷人、瓶口縛以吹臙牛脬、力握則瓷人下沉、放手則瓷人上浮、屢握不止、則瓷人跳舞不休、因握令氣縮、壓力較大、故下沉、放則氣漲、壓力較小、故仍浮也、

問、其四何也、

答、以空瓶倒置水中、或瓶口繫小石、或灌水少許、令瓶口向下、若沉若浮、不能翻覆、如用力按至水底、則瓶不能浮、因壓力大、而瓶中之氣縮也、



問、其四何也、

答、以空瓶倒置水中、或瓶口繫小石、或灌水少許、令瓶口向下、若沉若浮、不能翻覆、如用力按至水底、則瓶不能浮、因壓力大、而瓶中之氣縮也、

驗力大氣縮

以管塞加重驗之

以曲管灌水銀驗之

問、力愈大、氣愈縮、何以驗之、

答、欲驗其理、有二法焉、

問、其一何也、

答、以方寸銅管、內置活塞、用十八斤重壓之、塞必下至管之中點、復加十八斤、則下至三分之一、再加十八斤、則下至四分之一、此力大氣縮之證也、總之、上壓之力加一倍、管中之氣縮一倍、其氣之漲力即增一倍、故漲力必與壓力相等、

問、其二何也、

答、如圖、用甲乙丙曲玻璃管、封嚴丙端、自甲端灌入水



銀少許、令隔開兩端之氣、再自甲端灌入水銀、令乙點水銀上至乙丙之

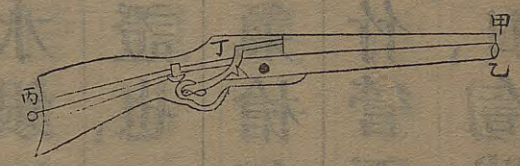
半、則乙丙之氣即縮一半、量甲端水銀、必高於丙端水銀二尺四寸、與天氣壓力相等、此亦力大氣縮之證也、

問、氣槍何物、

答、竹管兩端、塞以蕪團、用箸推一團、其另一團即出管口、忽然作響、若放槍然、故名氣槍、若以鋼鐵製造精

氣槍

氣礮



巧亦能擊傷犬鳥如圖甲乙雙管甲管盛氣  
 乙管盛鉛丸丙為積氣筒催氣入甲管丁為  
 機關以收放天氣積氣既濃則機關發動氣  
 由甲管過乙管催出鉛丸雖與火藥無異然  
 究不若火藥之力大且積氣入管亦不若裝  
 藥之速故向者不以氣槍為軍器也

問氣礮何物

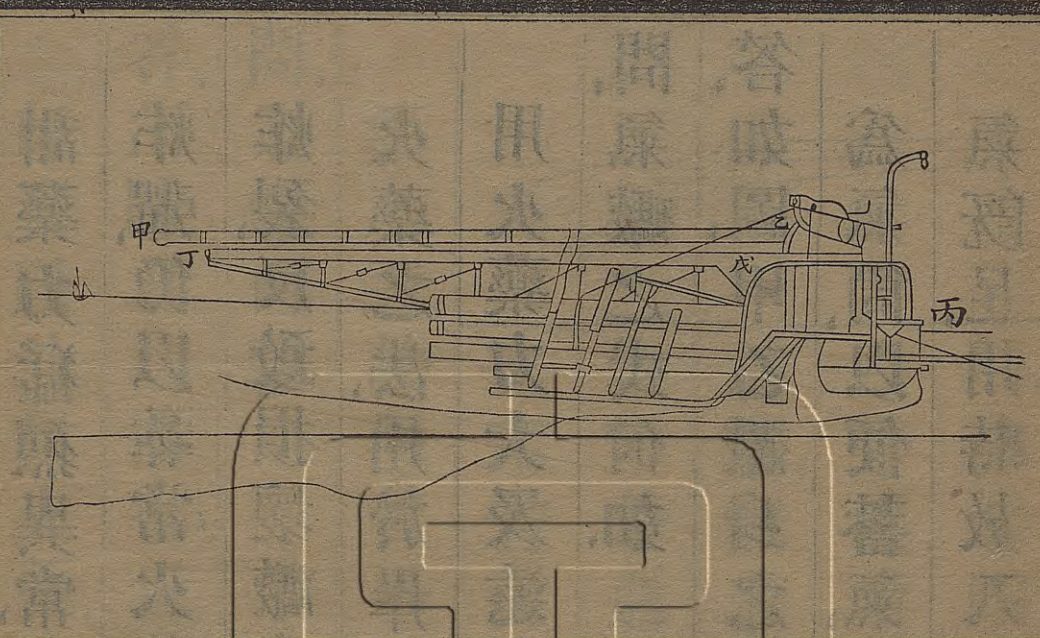
答海防之利器也近時沿海各處多用水雷以防敵船  
 每實以油甜火藥較尋常火藥之力不只倍蓰惟油

氣礮之式

甜藥力猛烈異常不能用火藥施放炸礮屢經裝入  
 炸彈仍以尋常火藥放之彈被火震未出礮口即已  
 炸裂反致損壞礮身邇來美國有人思得以天氣代  
 火藥之法用於岸上放礮在四五里內頗驗惟不若  
 用火藥力大及遠也

問氣礮之式何如

答如圖甲乙礮身之長較常式加倍丙為催氣機丁戊  
 為氣筒以便蓄氣另有機關通於甲乙礮身筒中蓄  
 氣既足用時放入甲乙礮身其力即能催出炸彈以



擊敵船，但此礮身及一切器具，頗覺笨重，故用於陸地較便，近亦有用於船上者。一船只載兩礮，一在船首，一在船尾。礮子內實油甜火藥數百斤，遇震即炸，其力甚鉅，即鋼鐵厚甲，亦不能禦，故無論船之大小，擊之立碎。不啻山崩下壓，惟礮力不能及遠，必須逼近敵船，始能奏效也。

天氣高下  
輕重等差

問、天氣愈高愈輕，其等差何如。

答、曾驗得升高十里，天氣壓力減半，再升十里，又減一半，故每升十里，壓力每小一半，迨至極小，幾於窮盡，故距地面高十里，每方寸天氣壓力九斤，高二十里，壓力四斤，又三分斤之一，高三十里，壓力二斤，又四分斤之一，高四十里，壓力一斤，又八分斤之一，如是遞減，高至二百里以上，其力幾至於無。

驗天氣冷  
熱漲縮

問、天氣遇冷熱，其漲縮何如。

答、物遇冷則縮，遇熱則漲，大抵皆然，至氣之漲縮，較他



以豚置火旁驗之

問其一一何也

答牛豚吹氣半臞，繫口以置火旁，則漸熱漸漲，迨至極熱，則爆裂矣。

以空杯覆水驗之

問其二何也

答空杯覆於水中，外澆熱水，卽有氣泡由杯口沖出，因氣熱而漲，杯不能容也。

以杯中燃紙驗之

問其三何也

答燃紙置於杯中，急以手掌按嚴，迨火熄手起，杯亦隨

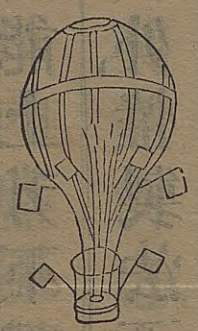
以洋燈驗之

熱漲天球

之，因杯中之氣，遇熱漲出，至冷復縮，手按外氣不能入，與吸空無異，杯外天氣之力較大，故不下落，火確炎病，卽此理也。

問其四何也

答有玩物名洋燈，如圖，以紙製若球形，中蒸以火，俟氣熱漲開，則輕而上浮，漸升漸高，直達雲際，御風而行，望之若星，又俗製走馬燈，



亦因氣熱漲升，催動紙片，令之旋轉，與水激輪旋之理相似。

涼

問、氣球何物、

答、用紬緞樹膠等質、製成巨囊、實以輕氣、形凸如球、即能上升、下繫輕兜、狀如懸舟、可乘數人、藉以遨遊雲外、惟製法不一、約分三類、

問、其一何也、

答、與洋燈理同、球內盛天氣、燃火令氣加漲、輕而上升、此百年前法人創造、彼時已視為最奇之物、惟乘此球甚險、空中每不戒於火、而有性命之虞、此盛天氣之球也、

問、其二何也、

答、球內盛淡氣、因淡氣重為天氣重十四分之一、

方尺天氣

約重一兩零六分

故不用火熱、亦能上升、可免回祿之災、且

答、輕重不隨冷熱而變、乘之已較穩妥、但須順風飄蕩、

問、任其所之、其方向不能隨意調動、此盛淡氣之球也、

問、其三何也、

答、球內盛煤氣、按煤氣重為天氣重十分之九、囊必極

大、多盛其氣、亦能上升、因煤價廉而氣易得、故多用

問、之、此盛煤氣之球也、

氣球升降之法

問、氣球所行方向、既不由人、其升降若何、

答、懸舟載有數十沙囊、每乘球升至空際、與天氣之壓

力相等而止、如欲再升、則開一囊以洩沙、如欲下降、

則啟合頁以放氣、近地則拋錨、如船之停泊然、

問、氣球何用、

答、格物家每用以察風雲之理、地理家每用以察地勢

之宜、或以筆繪圖、或用照相之法作圖、邇來交戰亦

多用之、遇城被圍、或寄信遐方、或窺敵動靜、即可乘

之而出、軍營所用、繫索藉以升降、且免遠颺、

以輪機行  
氣球

問、氣球以輪機行之若何、

答、有人欲以火輪機行之、無如球大力小、只能載人上

升、不能勝機器之重、無風雖能令球往返、若遇烈風、

即有小機、力亦不能與抵、或謂將來必可行以電機、

果爾、將見兩國接仗天空、如水師戰於江海、且可由

天空墜炸礮於營壘、如天之隕石也、

問、防險傘何物、

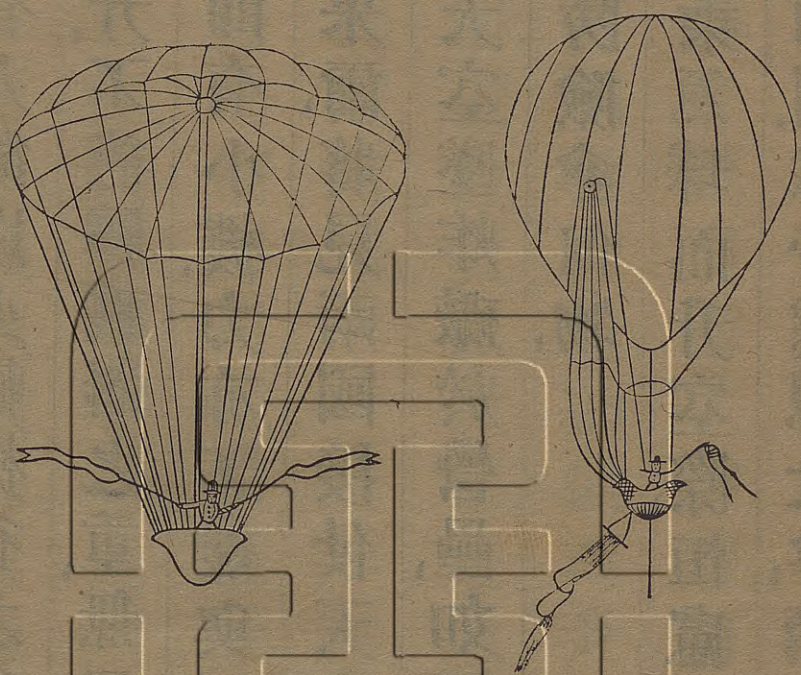
答、乘氣球而升空際、恒慮球裂、故設法以防下墜之患、

如圖、球旁繫以大傘、柄有小兜、以便坐人、設人欲落

防險傘

天氣機

問、天氣機何物、



地、卽斷繫繩、傘自張開、如  
 次圖、徐徐下降、雖自極高  
 下墜、不甚加速、因有風力  
 與之相抵也、故此傘用之  
 已久、較爲穩妥、近有英人  
 乘氣球爲戲、每日上升、藉  
 防險傘以落地、視似極險、  
 究係防險之妙具也、

吸氣筒

答、常用汽機、藉蒸氣之力、近有人以天氣運機、式與汽  
 機相似、而力尤大、以作印書推磨鋸木等工、尤爲省  
 便、惟器具過重、不宜於行舟也、

問、吸氣筒何物、

答、二百年前、布國機器家俄陀所創造者、式與吸水管



畧似、用以吸空天氣也、如圖、甲乙爲  
 筒、中置活塞、塞面有上開合頁、筒底  
 有內開合頁、下連曲管、管連丙丁平

面、上置戊己玻璃罩、相接甚嚴、欲吸出罩內天氣、上

水銀管

吸氣筒附水銀管

提其塞，則塞面合頁閉，筒底合頁開，將天氣吸入筒內，下按其塞，則筒底合頁閉，塞面合頁開，將筒中天氣放出，屢提屢按，至吸空天氣而止，土開合頁閉。

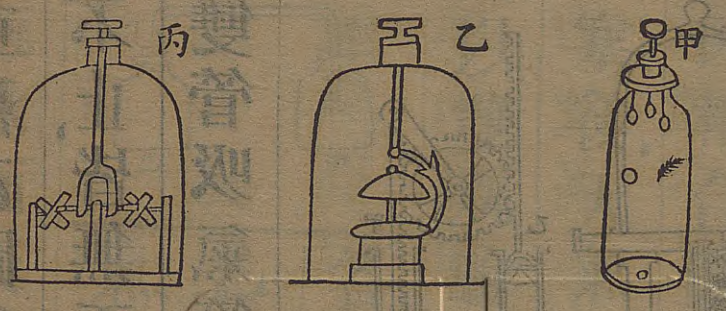
問：吸氣筒附以水銀管，其義何也？

答：天氣輕重，既以水銀高測之，則罩內天氣厚薄，亦可以水銀高測之。如前圖，水銀管上通曲管，下入水銀杯，外畫度格，罩內天氣吸出少許，即見管內水銀上升，漸吸漸升，水銀升至二尺四寸高，則天氣幾至於盡。

玻璃罩之用

問：玻璃罩何用？

答：置物罩內，吸空天氣，以便試驗之用。如前圖，丙丁平面，上覆玻璃罩，面上有孔，與曲管相接。

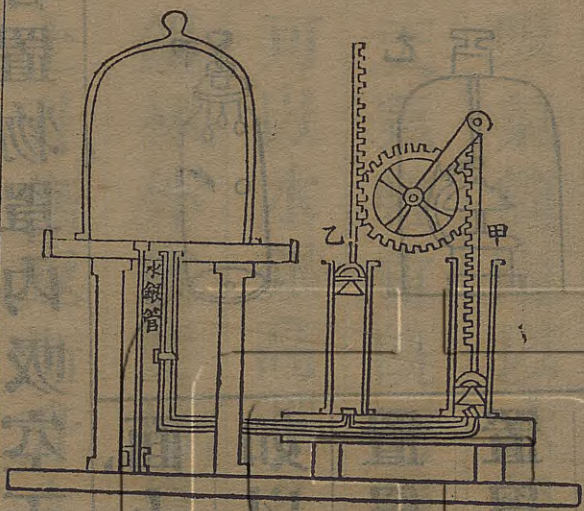


如以熱水置罩內，吸空，水即滾沸，磺精置罩內，吸空，雖冷亦沸，果實微乾，皮皺。置罩內，吸空，果即加漲，鮮潤，牛脬繫口，置罩內，吸空，脬即漲凸，小鳥置罩內，吸空，鳥不能飛，燃燭置罩內，吸空，燭焰立滅。又如甲圖，罩內吸空，鷺毛洋錢，投之

雙管吸氣筒

並落乙圖罩內吸空擊鐘無聲丙圖罩內吸空旋輪不止皆無天氣之證也

問雙管吸氣筒何如



答甲乙雙管各有活塞塞柄有齒中置齒輪與二柄銜接持輪柄而搖之則二塞此上彼下往返提動餘機與單管同惟提按均能吸氣外出故用之較便

以空球驗壓力

問以空球驗之若何

答鐵製兩半球皮合縫甚嚴上有鐵管中有螺塞如將

天氣吸盡雖用大力不易拽開一啟其塞則球自剖

因相合時球內空虛外受天氣壓力故不易開迨啟

塞後天氣由鐵管放入內外氣力相等故球自剖也

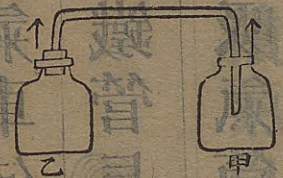
問以雙瓶驗之若何

答如圖甲乙雙瓶上聯曲管甲瓶吸空天氣

乙瓶紅水由曲管流入甲瓶若甲瓶放入天

氣則紅水由曲管流回乙瓶因甲瓶氣空乙

瓶水面天氣漲開壓水向甲瓶而流迨甲瓶放入天



以雙瓶驗壓力

錄車

氣則水面壓力大於乙瓶水面故水流回乙瓶也。

問、氣車何物。

答、鐵管長數里、內置活塞、塞柄聯於小車、管兩端各設

吸氣筒、以火輪機運之、此端將氣吸出、則活塞被外

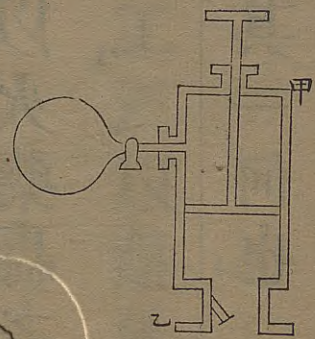
氣所壓、向之而行、車即隨之、彼端亦然、往返均用氣

力、故名氣車、英國創造、他國仿之、雖甚敏捷、惜只能

載輕小之物、故信局用之最便。

問、積氣筒何物。

答、與吸氣筒理同而用反、如圖、甲乙筒置活塞、底有內



開合頁、旁有外開合頁、塞面有上開

合頁、上提其塞、則筒中氣催入器、而

筒底合頁開、天氣壓入補之、下按其

塞、則筒旁合頁閉、塞面合頁開、氣壓入筒、一提一按、

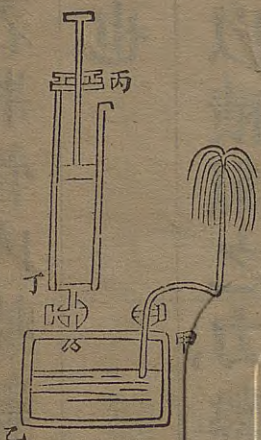
則氣漸積、而力漸大、施放槍礮、運動機器、皆可為之、

問、積氣泉何物。

答、使酒自流也、西國酒肆恒用之、

如圖、甲乙酒池、上加丙丁積氣筒、

復設管以通櫃外、催氣壓於酒面、



積氣開山

落涼泉

以高管流  
水積氣

若將管內螺絲合頁一開，則氣漲而催酒自管外躍也。

問、以積氣之力，鑿石開山何如。

答、法義兩國之間，火輪車道，因有高山

直高十里，徑闊二十五里，梗

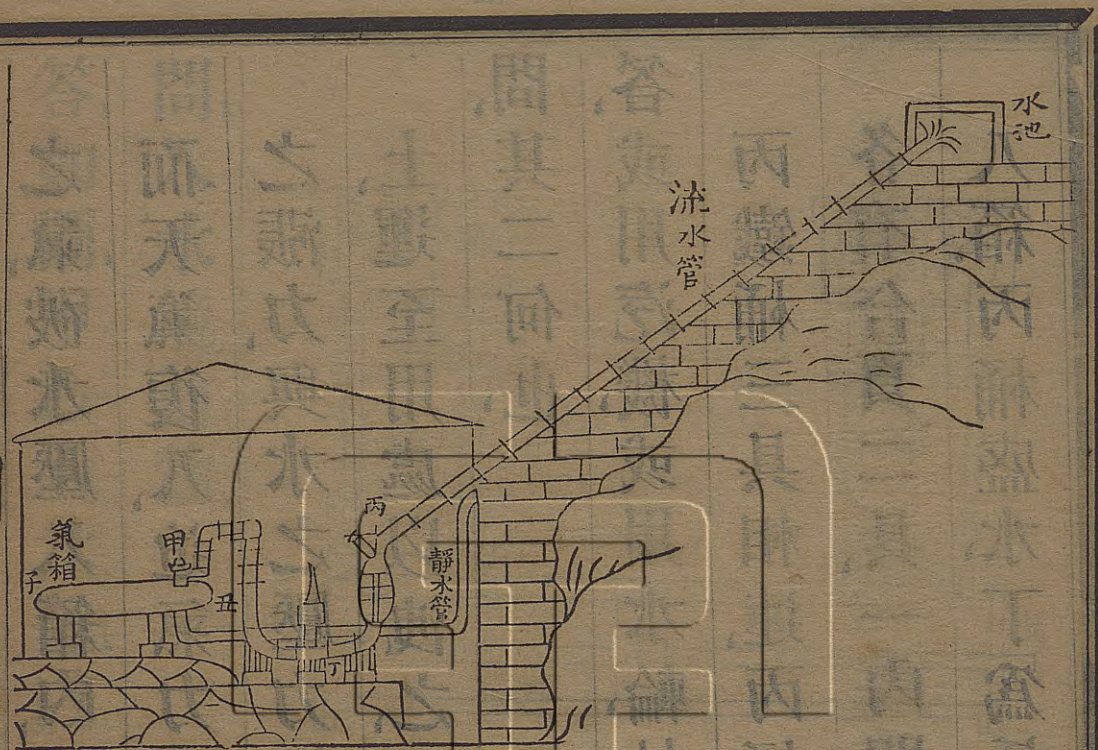
阻，往來須迂繞數百里，自鑿山後，其道既平且直，一

日之程，數刻即過矣。西國鑿山常法，係鑽石為孔，實

以火藥轟之，能令堅石摧裂，無如石面鑽孔，頗費人

工，近以積氣之力鑿之，其法有二，洵屬便捷。

問、其一何也。



答、如圖，子丑氣箱，外通二管，

一為靜水管，通於箱下，盛水

令滿，一為流水管，通於箱上，

催氣使入，流水管有甲丙丁

三合頁，甲近箱面內開，容氣

入箱而自閉，使不外洩，丙在

直管之端，截水使不下流，丁

在曲管之下，使水可洩出，氣

可收入，丙合頁一開，則曲管

水積氣

水積氣



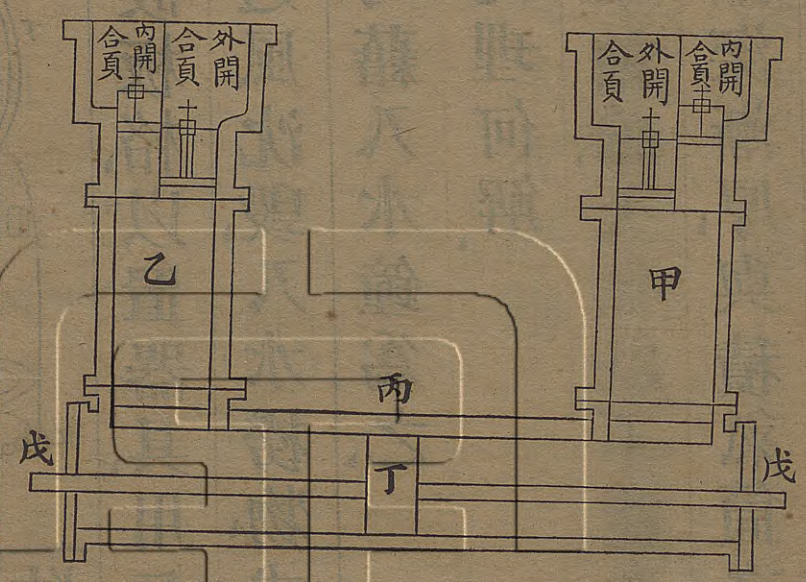
以活塞催  
水積氣

之氣被水壓入箱內，丁合頁一開，則曲管之水洩出，而天氣復入，迨氣力將箱內之水壓回靜水管，則氣之漲力與水之壓力相等，可適於用，然後將箱置車上，運至用處以洩之。

問，其二何也。

答，或用汽機，或用水輪，抽送活塞，以積氣力，如圖，甲乙丙鐵桶三具相連，丙桶平臥，甲乙二桶直立，甲乙桶各有合頁二具，一內開以收汽入桶，一外開以積汽入箱，丙桶盛水，丁為活塞，戊為塞柄，藉機器之力，抽

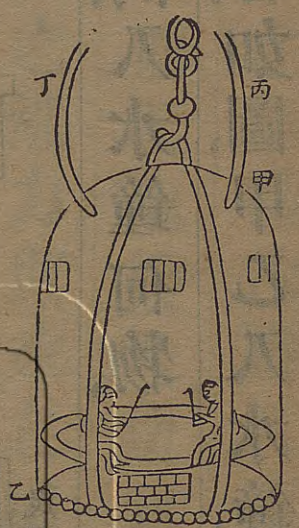
入水鐘



送活塞，一往一返，逼水入甲乙二桶，壓令汽縮，儲於箱內，以待臨時應用。前法須有極高水源，始能合用。此法則無論有無水源，皆可為之，因有水一桶，即可供百日之需也。

問，入水鐘何物。

答，如圖，甲乙入水鐘，以鐵為之，上嵌玻璃數塊，以接日



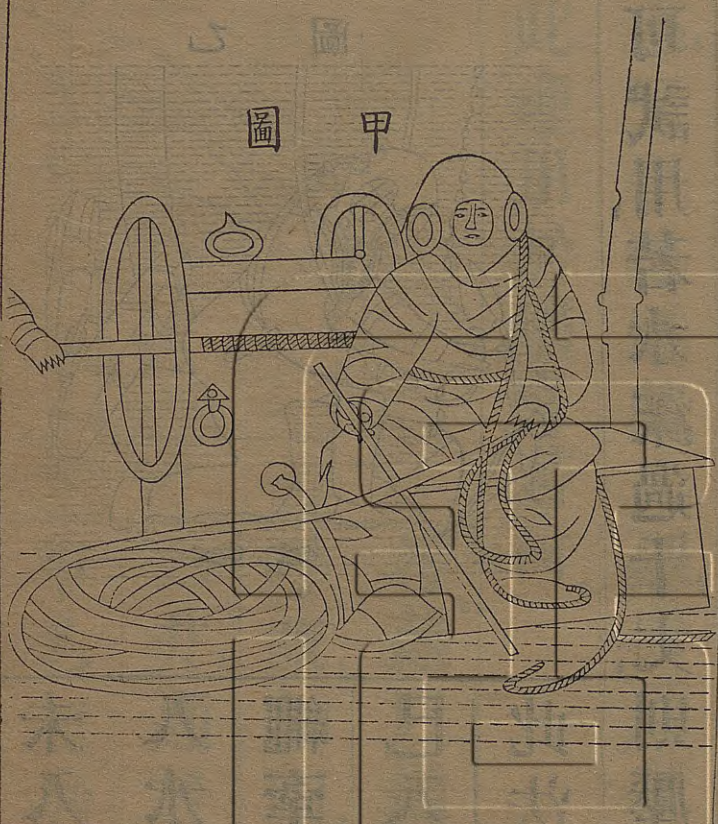
光鐘空如室，可容二三人。丙丁二管，一洩餘氣，一收外氣。所以防入水時久，氣敗無以養生。中設板格，以置器具。用長鍊放入水底，可作諸工。如舟遇風沈毀，入水撈物，或礁石有礙行舟，入水鑿孔，皆可藉入水鐘為之。

入水鐘之理

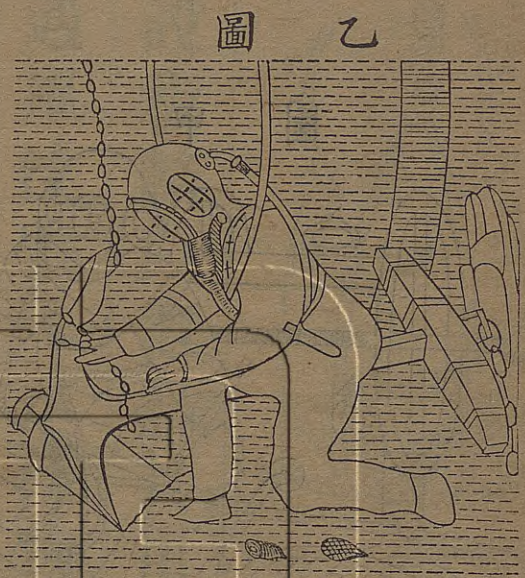
問：此理何解？  
 答：準前論，天氣既不能與水同處，惟沈水後，氣被水壓，漸深漸厚，與積氣筒之理相似，故鐘入漸下，水雖漸

入水衣

深，終不能上至鐘頂，人藉二管換氣，照常呼吸。惟入水甚深，須積氣愈稠，方能與水之壓力相抵也。  
 問：入水衣何物？



答：以樹膠製成，服之入水，水不能透。較入水鐘便於行動。頭戴鐵盔，上設二管，一入天氣，一出餘氣。目前嵌玻璃，以便看視。如甲圖，為甫穿衣



可試用，若水深過十丈，則壓力大，而人不能勝矣。

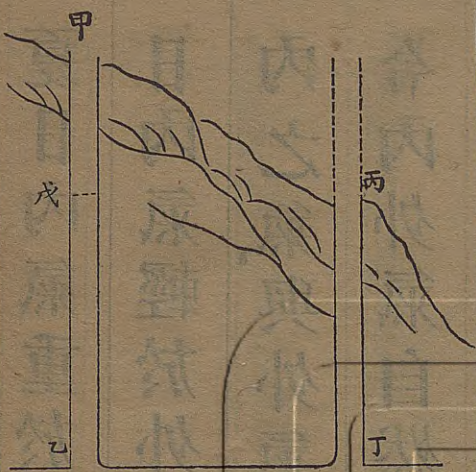
問：氣之循環，何以驗之？

答：天氣遇熱上升，冷氣必向之而聚，以補其空。如室中生火，令氣加熱，在窗上檻下二處，各開小孔，秉燭依

近上孔，則燭焰外出，依近下孔，則燭焰內吹。若內氣極熱，驟開門戶，以燭上下試之亦然。又爐下必留氣孔，塞之火必漸熄，因天氣不能補入，故火氣不上炎也。又平地燃薪火烈，四面氣向而聚，皆其驗也。

問：此理用於礦窰若何？

答：藉以通外氣於窰內，以供人之呼吸。如圖，山坡上下，掘甲乙丙丁二井，通於窰內，令二井底相通，藉甲乙長於丙丁之甲戊一段氣力，

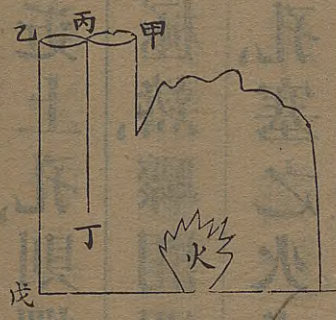


生火令氣  
循環

夏日內氣重於外氣，氣由甲乙入窰，自丙丁出窰。冬  
 日內氣輕於外氣，氣由丙丁入窰，自甲乙出窰。即窰  
 內之氣與外氣時時更換，人可呼吸養生。此藉壓力  
 令內外氣自然更換者，至用風火之力，又有二法焉。

問：用火力換氣若何？

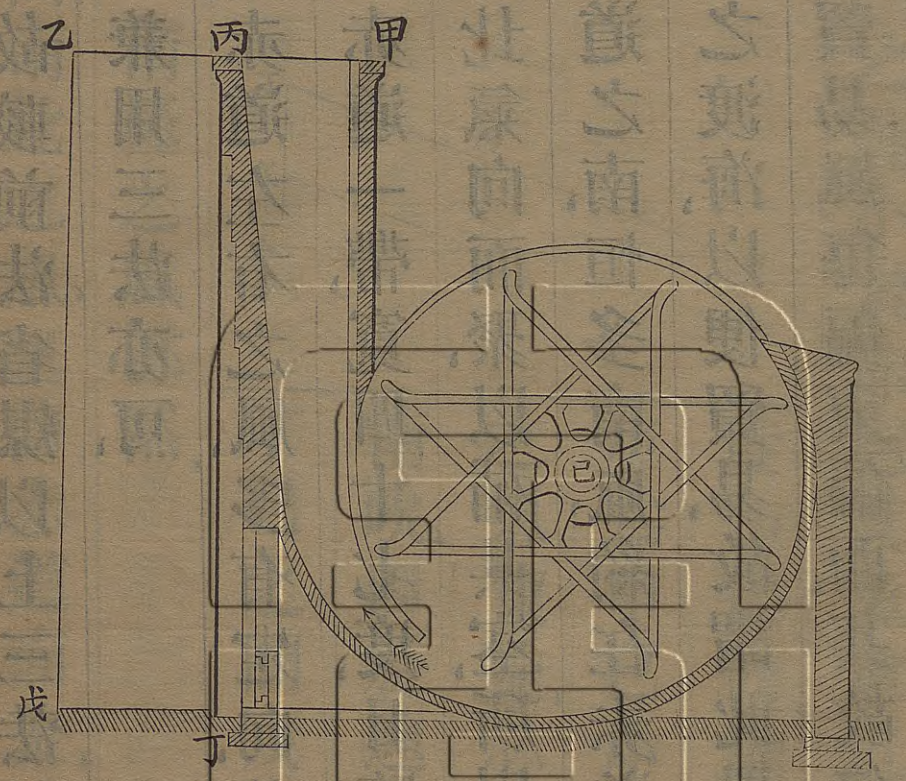
答：如圖，甲戊一井，通於窰底，中隔丙丁木板。於甲丁半



井之旁燃火，令氣熱上升，外氣由乙丁  
 半井下降，互相更換，則窰內毒氣出，而  
 天氣入矣。

煽風令氣  
循環

問：用風力換氣若何？



答：如圖，甲戊一井，中隔  
 丙丁木板，甲丁半井之  
 旁不用火燃，設已旋軸，  
 周圍插以巨扇，以汽機  
 運動催氣，內氣由甲丁  
 半井而出，外氣自由丙  
 戊半井而入，此藉風力  
 鼓盪，令內外二氣更換。

風向  
表蓋去亦

赤道左右  
風向

貿易風偏  
向之故

故較前法省煤，以上三法，要在審度地勢而用之，或兼用三法亦可。

問、赤道左右之風，多有定向，其故何也。

答、赤道一帶，寬四十七度，日臨其上，天氣熱而上升，南

北氣向而聚，以補其空，所以赤道之北，恒多北風，赤

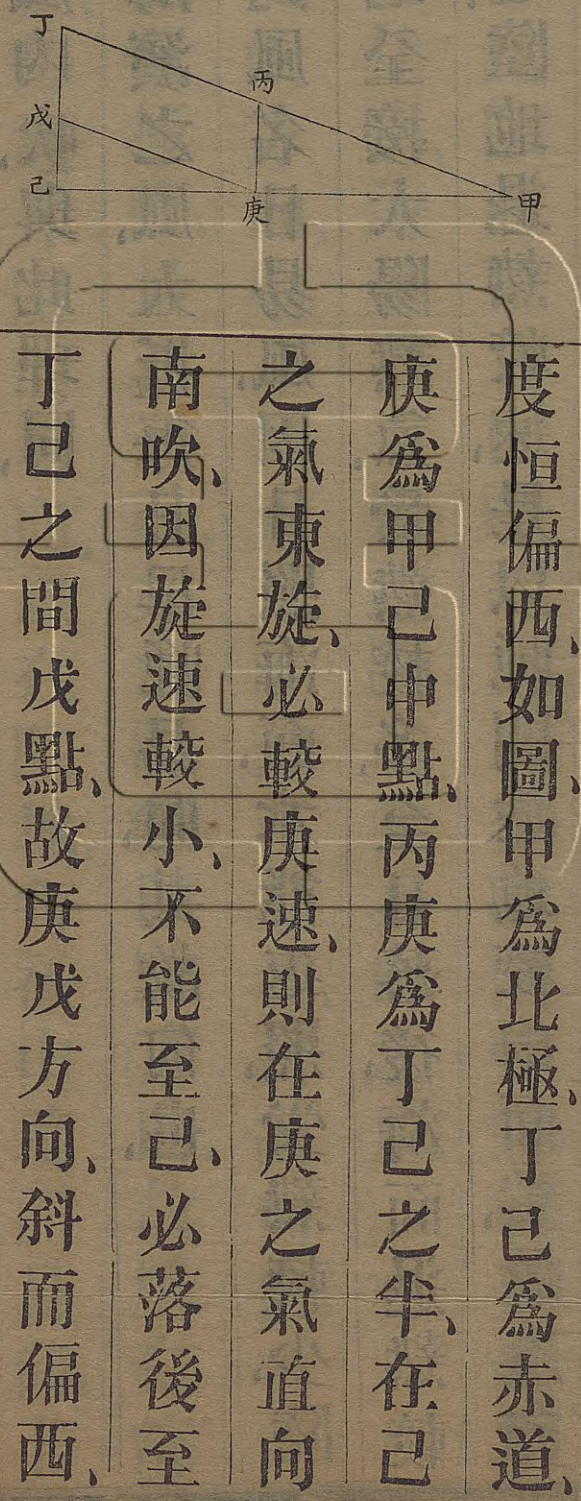
道之南，恒多南風，約在赤道兩旁三十餘度，行舟趁

之渡海，以便貿易，故謂此風為貿易風。

問、貿易風每偏東偏西，其故何也。

答、因地球向東旋轉，而赤道居中，距軸較遠，故行較速，

天氣包裹地球，隨之動轉，同時向赤道而行，因兩極之速，小於赤道，其氣愈近赤道，愈形落後，故所差之



南極之風亦然。

問、南北之風，既向赤道而聚，亦有回路否。

風路循環

風路長向

答、赤道極熱、兩旁冷風向之而聚、迨氣熱上升、便由空際吹回兩極、循環不已、前論門上之風外吹、門下之風內吹、與此理同。

海濱之風  
早晚易向

問、海濱之風、大抵每日早晚易向、其故何也。  
答、此風名日易風、因日照海面、水能返照、受熱較少、陸地全接太陽熱氣、受熱較多、至日落後、海面退熱較

遲、陸地退熱較速、是以晚間陸地較海面熱、故風向陸地吹、早間海面較陸地熱、故風向海面吹、若遇南北大風、連日不止、則每日易向之風、被攝不能見矣。

亞細亞  
夏風向

問、亞細亞南方、冬多北風、夏多南風、其故何也。

答、冬日日行南陸、北方之氣較冷、故風向南吹、夏日日行北陸、而蒙古回疆等處、地多沙漠、受熱較多、故風向北吹、海外亦有數處、隨冬夏易向之風。

風遇阻易向

問、風吹方向、有不按南北冷熱互易者、其故何也。

答、風氣極輕、最易流動、如遇阻礙、即改方向、故風在海面、每遇岸阻而易向、風在陸地、每被山遮而易向、若在江湖河漢之間、恒順水行而易向、風須隨地觀察、每日記載方向、繪成圖說、歷久考證、方得循環準則。

旋風之故

此事不但關航海之趨避，亦關水旱之預防，故西國以測風為要務。

問、旋風何故、

答、不論對面旁面，兩風相遇，即成旋風，如水之急溜，總匯必成旋渦，然又舟行逆水，亦多旋渦，皆二力相拗之故也。風遇阻礙，亦成旋風，但不若二風相遇之勢大耳。

大旋風

問、大旋風若何、

答、旋風有二種，一、所行之路不寬，而旋轉極速，其力極

海上避風

大，能拔樹壞垣，即俗名羊角風也。一、所行之路甚寬，或數百里，至千餘里不等，而旋轉不速，海面多有之，其力亦極大，能撼動波浪，損壞巨舟，即颶風也。旋風無論大小，必皆左旋，故方向有一定也。

見下圖

問、海上颶風何以避之、

答、颶風將起，人恒不覺，惟風雨表先知之，故宜急為預備，其風既至，察無定向，或一晝夜四方旋遍，始知颶風為大旋風，不論方向，揣度風勢內外，如圖，遇甲乙丙丁



旋風吸水

戊頂風子船即改道橫衝而過，如此節節向外，漸出層圍，庶脫危險，依此趨避，救護船隻甚多。

問：旋風吸水，其理若何。

答：距赤道三四十度以內，恒見空中黑雲下垂，形似龍尾，接於海面，水即高起以迎之，若圖式然，俗謂海龍吸水，西人謂之海水入雲，其實亦旋風也。因旋轉甚速，四面水向而趨，與旋風吸土上騰無異，且雲中水中各聚



曲管風

電氣，是以相吸愈高，然海水雖高起，仍不能吸入雲際。因所降之雨淡而不鹹惟易地下注，每致覆溺舟楫，淹沒田

廬，又山中陡然發水，俗謂發蛟，其實與旋風吸水理同。

風行之速

問：風行快慢若何。

答：一小時行五里者，微風也；行五十里者，迅風也；每方

尺有一斤力，行百里者，大風也；每方尺有四斤力，行

問：二百里者，颶風也；每方尺有十七斤力，行三四百里

者，極大颶風也；每方尺若有五十斤力，則拔樹傾舟。

風

熱風



風稱

盤條風稱

風行之板

曲管風稱

勢極猛烈矣。

問、風稱何物、

答、所以測量風力也、其式有二、

問、其一何也、

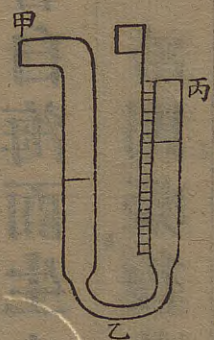
答、如圖、甲乙為盤繞鋼條、乙端釘於木架、甲端置方尺木板、以受風力、旁設度格、以板向風、風吹有若干力、條即縮回



若干度、

問、其二何也、

答、如圖、甲乙丙乙二管、下以細腰相連、上皆敞口、甲端



彎曲迎風、丙端旁設度格、上置順風旗、以定風向、管中灌水、無風、則二管之水

均平、甲口受風力、甲乙水下退、丙乙水上升、察其度

格、即知風力之大小、二管通連一段、必須極細者、令

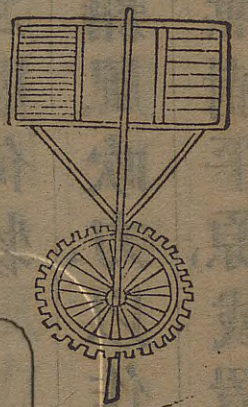
阻水不至動搖、方能取準也、

問、風磨何物、

答、藉風吹力、以作舂穀碾油汲水鋸木諸工者、必置於

無樹平原、或置於海岸高坡等處、乃得大力、其式極

風磨



多略舉其二，一用布帆接風，如玩物風車之式，使其趁風旋轉，即能運行，一如圖用木板接風，中設豎

軸，下連旋輪，惟須蔽其一邊，令一邊受風，即能旋轉矣。

濕氣之原

驗濕氣之理

問，濕氣自何而生？答，自海而生也。水經日光曬熱，化氣上升，颺至岸上，遇冷則凝，復化為水而下降也。問，此理何以驗之？

雨水循環之理

計雨水多寡

答，以釜煮水，上加懸板，其汽上升，被板所阻，遇冷復凝成水，滴滴下注若雨。或釜上以布懸之，汽上布濕，力握其布，水即溢出。二者皆汽冷凝雨之證也。

問，雨皆原於海否？

答，推其本原，固出於海，惟雨降陸地，不能一時全注諸海。如英國一島，每歲雨水，由河注海者，不過十分之一，餘仍化氣上升，凝而復降。大抵河道有若干水歸

海，海即有若干水化雨降於陸地，以補不足也。問，雨水多寡，何以計之？

信雨水

答以器承受，即知每次雨數，常年積算，亦知一年雨數。



如圖甲乙二瓶相連，或以玻璃製之，或

以鐵製之，惟鐵瓶須以錫為裏衣以防生銹其相接之

處，有下開合頁，令甲瓶之雨注於乙瓶，

雨止，合頁自閉，不容氣散，丙為玻璃管，

外畫度格，用以量雨，雨後，由瓶傾於管內，若瓶之截

面十倍於管面，則管內水高十寸，即知得雨一寸。

問，西國設風雨臺，其義何也？土以亦懸之或土亦懸之

答，所以考驗風雨寒暑，以定氣候而利民用，有附八星

風雨臺

驗風之用

臺者，有專建者，如早熱其其

問，驗風若何？一風

答，近則於臺上，設旗以瞻風向，設稱以權風力，設表以

察風候，遠則由航海者，考驗存記呈報，彙齊畫圖，藉

示趨避，此等風圖，經美國天文家毛禮士創造，令航

海者，咸奉以為準則，如邇來自美至華，帆船按圖稽

察，恒御順風，每省月餘之程，又如太平洋，春令偏西

常有北風，偏東常有南風，故船向北行，循東以取順

風，至北再改向西，仍得順風，途雖迂遠，而日反減少

驗風之用

論天氣

驗雨之用

問、

驗雨若何、

答、設雨尺以量每歲得雨之數、並記陰晴日期、令本國

各處仿此呈報、歷年既久、考驗各處每歲應得雨雪

若干、過此則澇、不及則旱、雖不能得其確數、以為準

則、然屢經考驗、其周而復始之理、庶可推知、與月食

每屆十九年一周、日中黑子每屆十一年一周畧似、

惟雨應若干年一周、須按各地詳察、不能一律、雖今

歲不能指定來歲旱澇、然按其考驗各數、可推得百

年中、有若干次旱澇也、將來天文家再加精詳、如能

預知來歲旱澇、則農田先事預防、庶可救荒歉之灾

矣、

問、風雨臺用電線、何也、

答、通以電線、則舉國風雨、可以頃刻周知、因此美國風

雨臺、將每日各處風雨寒暑、繪為圖說、刊入新報、觀

之瞭如指掌、由今日推至明日、令人預料氣候、並將

江河之暴長、通知沿岸居民、以便設防、二者、洵於民

生有益也、

風雨臺電線之用

風雨臺電線之用

問、霜露由何而生、

答、由天氣中、所含濕氣凝結而成者、因地面及河海之

水、經日曬熱、化爲濕氣、與天氣攙和、日落天氣漸涼、

則濕氣凝成極小水珠、落而爲露、如噓氣玻璃片、及

答、不收水之物、其面上卽有水點、又如以器盛冰、外有

問、水點如汗、此皆熱氣著冷、復凝成水、與露水之理同、

惟時居深秋、天氣倍涼、則濕氣凝露、復遇寒而結爲

冰點、落而爲霜、故霜露二而一者也、

問、雪雹由何而生、

霜露之原

雪雹之原

答、亦濕氣遇冷而成者、雪與雨理同、惟因氣有冷暖、或

凝爲流質、或結爲實質、故常見雨雪交下、或始雪而

後雨、或始雨而後雪、至冰雹、則只於夏日氣熱時見

之、人恒以爲異而難解、不知亦因氣熱上升、而成暴

風、迨升至極高、熱風與冷風相遇、其間所含濕氣、遂

凝結成雹、初亦輕小、或下降時、層層穿過濕雲、或遇

旋風、上下旋轉數次、旋風若軸與地平行、下面有雨、上面有雪、雹由雪而生、經雨

少化上升、結冰、復經雪、包裹、每旋積漸增大、將雹剖

開、其層數歷歷可辨、小者如豆、大者如卵、隨空中濕

天氣中濕  
氣隱顯

氣多寡而分，惟雨雹時，每先聞雷聲，或雷因冷熱相擊而發，雹因冷熱相遇而結，或濕氣因感受電氣而成雹，二者，尙未究其確據也。

問、天氣所含濕氣多寡若何、

答、濕氣恒與天氣攪和，隱而不顯，必遇冷始變為雲霧，雨雪霜露，至濕氣之多寡，時有增減，因氣熱含濕較多，氣冷含濕較少，故天氣恒有一定含濕之熱度，熱減則濕出，復熱而仍乾，熱勝則燥，如室中潮濕，燃火則氣暖而乾，非火去其濕也，乃天氣加熱，含濕較多也。

測量濕氣

問、測量空中濕氣，其法若何、

答、其法有四，用綠灰吸出稱之，一也，用磺精令凝為露，二也，用寒暑表測水化氣，三也，用人髮驗其伸縮，四也。

以綠灰吸  
水驗之

問、用綠灰吸出稱之若何、

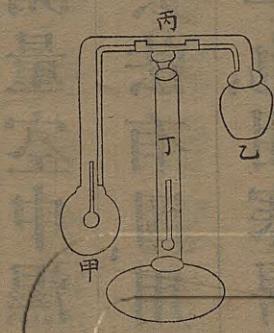
答、有藥料與石灰相似，名為綠灰，係綠氣與石灰合成最易吸水，

即空中濕氣，亦能吸出，法以綠灰裝玻璃管中，令天

以橫精減  
熱驗之

氣往返經過，則濕氣盡吸灰內，稱其所加之重，按天  
氣若干，及經過次數計之，即知濕氣之多寡矣。  
問：用磺精令凝為露若何？

答：如圖，甲乙二球，以丙曲管相聯，托於丁柱上，甲球中



置寒暑表，及磺精，加熱令沸，則管內  
天氣由乙球催出，隨將乙球封嚴，而  
以磺精少許醮濕外面，令乙球冷，內

氣凝結，則甲球磺精復化為氣，而甲球亦冷，即見空  
中濕氣遇冷，聚於甲球外面如露，視準表針熱度，迨

露珠散盡，復視其熱度，取二熱度中數，檢表，即知濕  
氣之多寡矣，附表如左。

### 濕氣表

濕氣與漲力正比，而漲力之大小，由於表中  
水銀之高下，故列水銀高下尺寸表，即可考

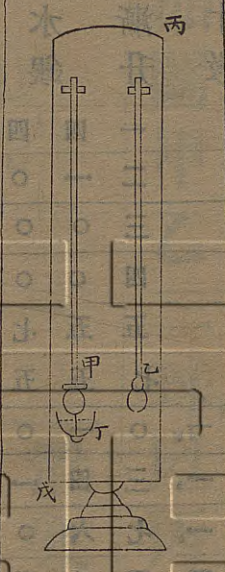
多寡矣。

熱度	漸增	寸數	漸升	水銀
一	一	一	一	四
一	五	一	二	四〇
一	〇	一	三	〇〇
一	五	一	四	〇〇
一	〇	一	五	〇七
二	一	一	六	〇五
二	五	一	七	〇五
三	一	一	〇	一〇
三	五	一	一	一〇
四	一	一	二	一〇
四	五	一	三	一〇
五	一	一	四	一〇
五	五	一	五	一〇
六	一	一	六	一〇
六	五	一	七	一〇
七	一	一	八	一〇
七	五	一	九	一〇
八	一	一	〇	一〇
八	五	一	一	一〇
九	一	一	二	一〇
九	五	一	三	一〇
一〇	一	一	四	一〇

因水熱至百度而沸，其所化為蒸氣，故百度以上，詳

以表測水  
化氣驗之

見中章蒸氣表，而驗其濕氣。蒸氣表百變以土精  
問、用寒暑表測水化氣若何、



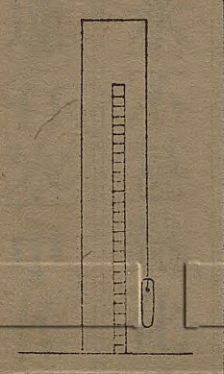
答、如圖、甲乙二寒暑表、聯於丙戊架、以布裹甲表下端、  
令繩垂入水杯如丁、則水被  
繩上吸而布濕、二表外濕乾  
不同、則寒暖異度、表中水銀亦高下不齊、即二表之  
較、與空中濕氣反比、因天氣中所含濕氣若足、則布  
上之水不散、甲表水銀恒定、若濕氣較少、則布上之  
水易散、熱亦隨之減少、甲表水銀隨升隨落、因熱與

以人髮伸  
縮驗之

表中水銀高正比、而與濕氣多寡反比、故濕氣之多  
寡、與二表水銀高反比也、

問、用人髮驗其伸縮若何、

答、如圖、以人髮下繫表針、旁設度格、以驗伸縮、若天氣



中之濕氣多、則髮潮而縮、濕氣少、則  
髮乾而伸、表針隨之上下、視其度格、

即知濕氣之多寡、此法最先、究不若第三法既便且  
準也、



華也

暗映照原山形勢山嶺最茂發來林嶺三志均野且

雲氣而前妻檢測之生年師其對林

中入國之西妻賦而歸氣原必限

於暖國以人變不與之論定精到林以總將職答天原

問東人變歸其論歸其論

寒與二妻水原高只此也

表申水原高五其而與點原之寒對其姑點原之亦

論錄之  
以人變世

論蒸氣

蒸氣與濕  
氣之別

天然蒸氣  
機

中章論蒸氣

問、何為蒸氣、

答、乃水沸所化之汽也、

問、蒸氣與濕氣何別、

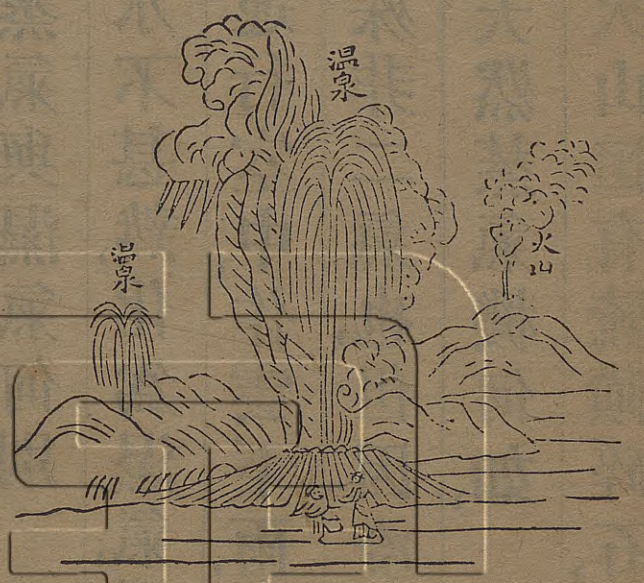
答、水不甚熱、化為濕氣、極熱、化為蒸氣、濕氣出於自然、

運行空中、作雲下雨、蒸氣多藉製造、憑火力以運機、

殊非二氣也、但因冷熱而易名耳、

問、天然蒸氣機何如、

答、火山恒有硫磺碎石、隨熱水而湧出、因蒸氣有力催



漸力大，壓於水面，催之上躍，汽盡則止，汽滿復流，此天然蒸氣機也。

問，蒸氣四綱，何也。

蒸氣四綱

答，汽熱有大力，冷旋失之，一也。汽愈熱，力愈大，二也。汽愈稠，力愈大，三也。水須被壓，始能極熱，四也。

問，第一綱之理，何以驗之。

答，以有底鐵管，盛水少許，內置活塞，下燃以火，管中水熱，汽漲，則活塞頂起，外澆冷水管中，汽縮，則活塞下落，是熱則有力，冷旋失之，一往一返，運行機器，皆賴此也。

問，第二綱之理，何以驗之。

答，仍用前管，盛水少許，令盡化汽，頂起活塞，若再加熱，

驗第二綱之理

驗第一綱之理

驗第三綱之理

其力愈大，曾驗得令汽加熱一千四百度，其力五倍於天氣，計每方寸九十斤，一夫之力，已足相抵，故令汽加熱之增力，不如加水之增力多也。

問，第三綱之理，何以驗之。

答，仍用前管，盛水少許，令盡化汽，視活塞頂起之力若干，若盛水加倍，化汽之漲力亦加倍，水加至無窮倍，其漲力亦無窮，故汽愈稠，力愈大也。嘗有人按以上二法遞加，令汽力百倍於天氣，如加熱二百十二度水沸，若將蒸釜蓋嚴，不通天氣，再加熱三十八度，汽

之漲力加一倍，再加熱十八度，汽之漲力加四倍，積漸加熱至五百一十度，則汽之漲力加五十倍，此水火並加，汽熱同增也。

驗第四綱之理

問，第四綱之理，何以驗之。

答，以玻璃罩吸空氣，水入罩內煮之，熱至七十二度，不待溫而已沸，因無天氣壓水面，移置罩外，其沸立止，因天氣復壓水面，必熱至二百十二度始沸，如火再加烈，水不增熱，惟有化汽，若將蒸釜蓋嚴，令汽倒壓水面，則漸熱漸稠，其力加大，是水須被壓，始能極

熱也

問、沸水化汽、能漲若干倍、

答、除天氣壓力外、若無阻礙、力能漲一千七百倍、如以

方寸鐵管、盛水一寸、上置活塞、嚴不洩氣、附以寒暑

表、下燃微火、活塞雖未上行、而表內水銀漸漸上升、

迨熱至百度表之一百度、活塞始能上行、若管內之

水、有百分之一化汽、活塞必上升十七寸、如水盡化

汽、活塞必升至十七丈、蒸氣加熱遞增之漲力、列表

如左、

蒸氣表

水熱至百度而沸則蒸氣之漲力適與天氣之壓力相抵故以天氣為則至小於天氣壓

力之漲力見上章濕氣表

熱度	漸增	遞增以天為一漲力
一〇	〇、〇	一、〇
一一	〇、二	一、五
一二	〇、六	二、〇
一三	〇、九	三、〇
一四	一、二	四、〇
一五	一、五	五、〇
一六	一、八	六、〇
一七	二、一	七、〇
一八	二、四	八、〇
一九	二、七	九、〇
二〇	三、〇	一〇、〇
二一	三、三	一〇、五
二二	三、六	一一、〇
二三	三、九	一二、〇
二四	四、二	一三、〇
二五	四、五	一四、〇
二六	四、八	一五、〇
二七	五、一	一六、〇
二八	五、四	一七、〇
二九	五、七	一八、〇
三〇	六、〇	一九、〇
三一	六、三	二〇、〇
三二	六、六	二一、〇
三三	六、九	二二、〇
三四	七、二	二三、〇
三五	七、五	二四、〇
三六	七、八	二五、〇
三七	八、一	二六、〇
三八	八、四	二七、〇
三九	八、七	二八、〇
四〇	九、〇	二九、〇

漲力與熱度比例

問、蒸氣漲力、與熱度比例若何、

答、蒸氣表內各數、均由試驗得之、若依次比較、則漲力

遞增、視熱度加增尤速、因水沸之漲力、與天氣之壓

力等，若倍其熱度，

即百百度表

其漲力增十六倍，再加

熱七分之一，

共二百三十度

其漲力幾又加倍，初沸時，欲令

漲力為天氣之倍，須加熱二十餘度，迨熱至二百二

十八度，復加二度，其漲力又加一倍，天氣所以漲力

遞增，較增熱尤速也。

問：管中寸水化汽，能生力若干？

答：準前論，每方寸天氣壓力十八斤，則活塞上頂之力，

必與相抵，是寸水化汽之力，能起重十八斤，升高十

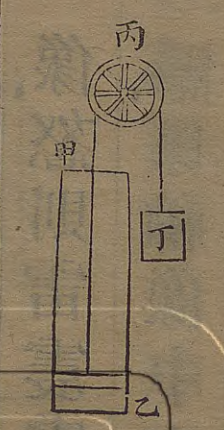
七丈矣。

寸水化汽  
生力

寸水生力  
之證

問：寸水生此大力，更有何證？

答：如圖，甲乙長管，內有活塞，管中水沸，活塞上升，管冷



汽凝，活塞下降，設管截面方寸，高十  
七丈，寸水化汽，若無磨阻，活塞必上

至管頂，是寸水能將十八斤重，升至十七丈高，若置

丁錘重十八斤，以索過丙滑車，繫於塞柄，迨熱退盡，

管內空虛，活塞被天氣下壓，能將丁錘拽升十七丈

高，而內汽仍凝為寸水焉。

問：蒸氣既有大力，用之若何？

用蒸氣之  
力

答、用處極多、如印書汲水推磨鋸木紡織等事、均可以代人工、而運車行船、尤為利用、

問、蒸氣有力可用、古人知之否、

答、古人但知其有力也、如釜中煮水、蓋嚴不令透汽、釜

必迸裂、人雖知之、初未見用、溯考德國古時奉一神

像、怒則雷震雲興、當時多敬畏之、嗣經智者究得其

隱、係神像中空、用以代釜、中注水而下、熱火、迫汽稠

力大、將活塞催出、訇然作響如雷、汽由孔出、油然作

雲矣、又漢武帝時、希臘國有希羅者、創造蒸氣機、以

古知蒸氣  
有力未知  
其用

希氏蒸氣  
玩物之式

為玩物、皆未知其適用也、

問、希氏蒸氣玩物、其式何如、

答、如圖、甲為球形蒸釜、上留小孔、橫通乙丙丁戊二管

如十字形、或相交數管亦可 兩端各有小孔、一



左一右、釜中水熱、則汽由管孔四面洩出、催動汽機、旋轉不已、與水學無輪水

磨理同、當時未究其理、故不知其用也、今汽機亦有

仿此而為者、

問、有用汽機、創自何人、

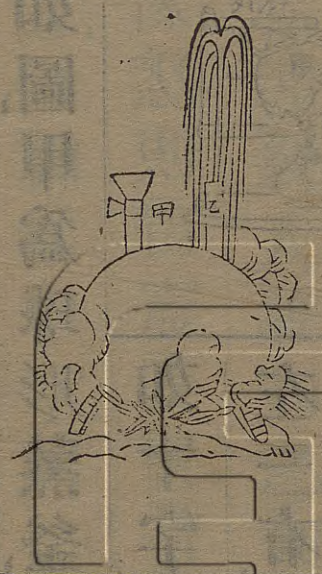
法國汽機  
創自高氏

高氏所創之法

答、難定論也、英法二國、各有創始之說、據法國傳記云、有高斯者、生於明季、首創汽機作工之法、

問、高氏所創之法若何、

答、如圖、球形蒸釜、上置甲乙二管、通於釜底、甲管灌水



入釜、下熱以火、令水化汽、壓於水面、遂催水由乙管上躍、若另用或曲或長之管、接於乙管、則

水隨管流、無處不到矣、

問、高氏初創此法、即能見用否、

高氏之法初未見用

英國汽機創自吳氏

答、考法國傳記云、高氏究得汽機之法、恒思推廣其用、俾有益於國計民生、乃因某相獻諸法廷、旋以為無用置之、後屢乞不休、怒而囚禁、若和氏獻璧、而身膺刑辱然、然高氏雖因創用汽機、身繫囹圄、而法卒傳於世、是猶其厚幸也、

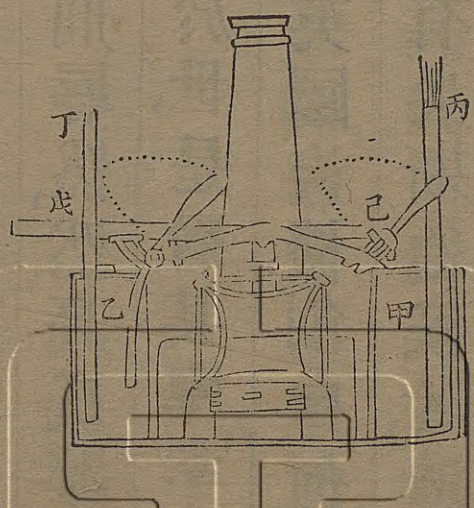
問、英國汽機、創自何人、

答、有吳斯德侯者、遭亂繫獄、用壺煮水、偶見壺蓋頂起、因悟得蒸氣有力可用、出獄後、以鐵礮盛蒸氣試之、致礮炸裂、由是創汽機作工之法、

吳氏所創之法

問、吳氏所創之法若何、

答、如圖、蒸釜兩旁、設甲乙二水桶、以管通入釜內、有合



頁以司啟閉、二桶各豎長管、如丙如丁、距底不遠、另設戊己橫管、引水入桶、合頁一開、蒸氣壓於二桶水面、催水各由管上躍、與高氏之

法無異、惟用於礦窰、只能催水外流、不能吸水入桶、故其法未見大用也、

問、吳氏之後、更有何人創造汽機、

賽氏創造汽機

答、康熙三十七年間、英國有賽法利者、因飲酒時、壺置

火上、酒已沸盡、蒸氣極濃、遂以壺嘴倒浸冷水、水由

壺嘴上流、盛滿壺內、因悟得蒸氣吸水之法、

問、水由壺嘴上流、其故何也、

水由壺嘴上流之故

答、壺內蒸氣既滿、遇冷復化為水、則壺內空虛、而壺外

水面有天氣下壓之力、故水上流入壺、以補其空也、

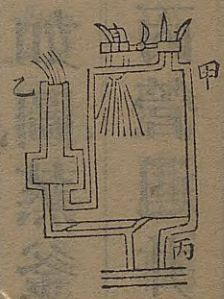
問、賽氏所創之法若何、

賽氏所創之法

答、如圖、蒸釜汽桶、中連鐵管、另有丙乙二管、甲為汽桶、

丙管通井水、乙管旁出、使水外流、汽桶上又有二管、





一放蒸氣入桶，催出天氣，一放冷水入桶，令蒸氣化水，則桶內空虛，井水被天

氣下壓，上流入桶，若水之流入酒壺然，復放蒸氣入桶，催水由乙管躍出，極高亦能達到，此機用於礦窰吸水，較前為便。

吳賽二氏之法異同

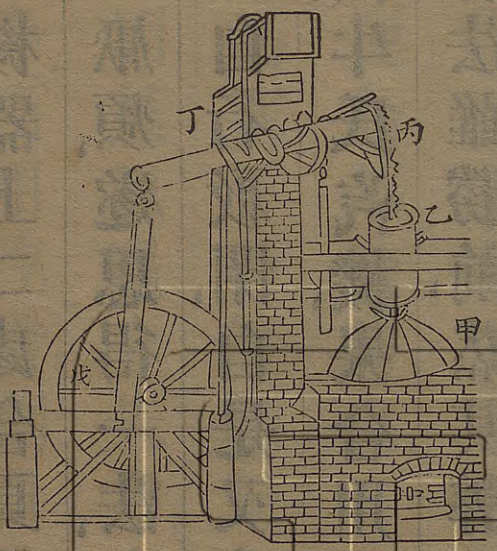
問，吳賽二氏之法，異同若何？

答，按吳氏之法，由汽滿令壺蓋上頂，思得藉蒸氣漲力以催水，賽氏之法，由汽空能吸水入壺，思得藉天氣壓力以吸水，其理雖異，其用則同，然賽氏汽機，既有

牛氏所創之法

旁管催水躍出，實吸催二法兼而有之也。  
問，蒸氣運輸，創自何人？

答，康熙四十四年間，英國有牛果民者，變通汽機舊式，



添設活塞旋輪，較吳賽二氏之法尤便，如圖，甲為蒸釜，乙為汽桶，中有管相通，汽桶中置活塞，丁為橫梁，丙為塞柄，戊為旋輪，皆與橫梁相連，隨之俯仰，蒸氣

由釜入桶，催活塞上行，迨水入化汽，桶內空虛，天氣

牛氏之法  
三弊

下壓復令活塞下行，藉橫梁俯仰之力，運行旋輪，惟機器上二處合頁，需人啟閉，初令童子司之，因貪嬉厭煩，遂思得一法，以索繫合頁柄於橫梁，隨其俯仰，自行啟閉，自是又省一夫之力矣。

問牛氏汽機果合用否

答法雖勝前，然其弊有三，耗費熱氣一也，生力有限，二

也，運行不速，三也。

問耗費熱氣何也

答每放冷水入汽桶，使汽化水，則桶必冷，蒸氣遇冷失

耗費熱氣

生力有限

力因耗費熱氣，故須多用煤薪。

問生力有限何也

答活塞下行，全賴天氣下壓，每方寸僅有十八斤力，故

汽機之力，不能再增。

問運行不速何也

答活塞下行，既賴天氣壓力，不能甚速，而活塞上行，又

因蒸氣遇冷失力，亦不能速。

問今所用汽機，創自何人

答英國有瓦德者，童年每以勾股畫地為戲，長而才思

今用瓦氏  
之法

運行不速

瓦氏所創之法

明敏，因洞悉牛氏汽機三弊，窮究數年，始設法以補不足，故今所用汽機，皆以瓦氏為模範也。

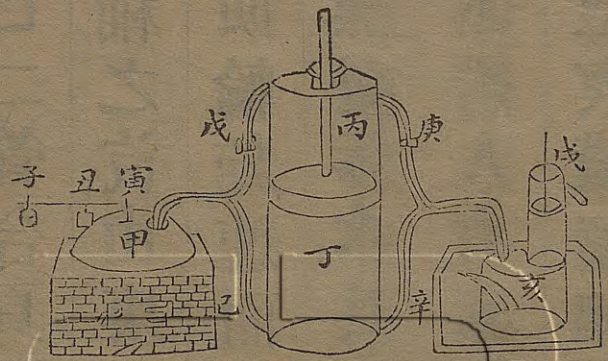
問：瓦氏所創之法何如？

答：瓦氏於汽機舊式，添設機關多件，其最要者，如汽桶兩端，各加汽管，令蒸氣催活塞往返，不藉天氣壓力，又另設水箱，令蒸氣入箱化水，不放冷水入桶，免蒸氣遇冷失力，故力大而用省，因活塞往返，皆賴蒸氣之力，故名雙行汽機。

雙行汽機之式

問：雙行汽機之式何如？

答：如圖，甲為蒸釜，丙丁為汽桶，亥為水箱，戊己為雙岔汽管，通蒸氣於丙丁，均有合頁以司啟閉，庚辛亦雙岔汽管，洩餘汽於亥，而化水，亦有合頁以司啟閉，戊為吸水管，提熱水外流，若加管引之，使仍回蒸釜，則熱水化汽更速，較添冷水更為便捷。



合頁啟閉

問：汽管有合頁啟閉，其義何也？

答：所以放阻蒸氣之出入也，如前圖，庚己二管合頁閉，

合頁啟閉  
不需人力

通力輪

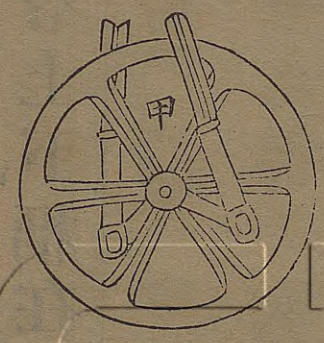
則戊辛二管合頁開，蒸氣由戊入丙，令活塞下行，並催丁桶之汽，由辛入亥化水，戊辛二管合頁閉，則庚己二管合頁開，蒸氣由己入丁，令活塞上行，並催丙桶之汽，由庚入亥化水，活塞上下不息，由輪柄通力，使輪旋速而有力也。

問：蒸釜添水，其合頁啟閉需人力否？

答：不需人力，亦汽機自為啟閉也。因吸水管下通水源，上與橫梁相聯，隨之俯仰，便可吸水入釜矣。

問：通力輪何物？

答：汽機活塞，只能往返，不能旁移，以之運輪，必藉重輪動力，始能旋轉，故以鐵為大輪，以通力，軸上有柄，以通條聯於橫梁，隨其俯仰，拽輪往返，藉動力改為旋轉，則力通機器，以作諸工。又有用汽機二具，共施力



於一輪者，如圖甲為通力輪，軸兩端各設輪柄，一橫一豎，各隨橫梁俯仰。此端橫柄轉直，彼端豎柄又易為橫。

互相有力，故輪旋較穩，惟通條應用橫豎，並汽機有無橫梁，均視機式而定。

柄藉輪力  
旋轉

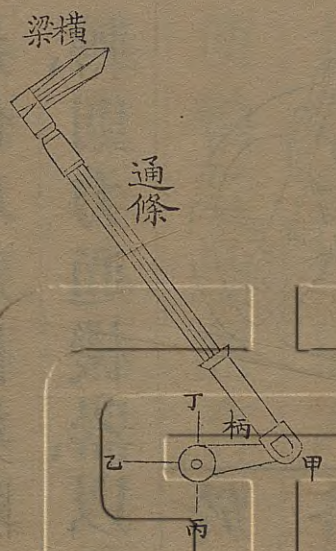
增訂格物入門 卷三

五十九

問、柄隨橫梁上下，必藉重輪動力，始能旋轉，何也。  
答、如圖，柄在甲乙兩點，與通條幾成直角，拽力橫施，可

令上下，柄在丙丁兩點，幾與通條平行，拽力順施，不

能旁移，必藉輪之動力，始能移之。故自甲向丙，其力漸減，自丙向乙，其力漸增，迨自乙向丁，其力又減，自丁向甲，其力又增，若



不助以重輪動力，則柄在丙丁二點，必止而不動矣。

問、穩行球何物。

穩行球

答、用以節制節汽合頁之啟閉也。如圖，戊己豎軸，下設

庚辛臥輪，以皮帶聯於通力輪軸上，設甲乙丙丁機關，與

節汽合頁之壬癸橫梁相連，

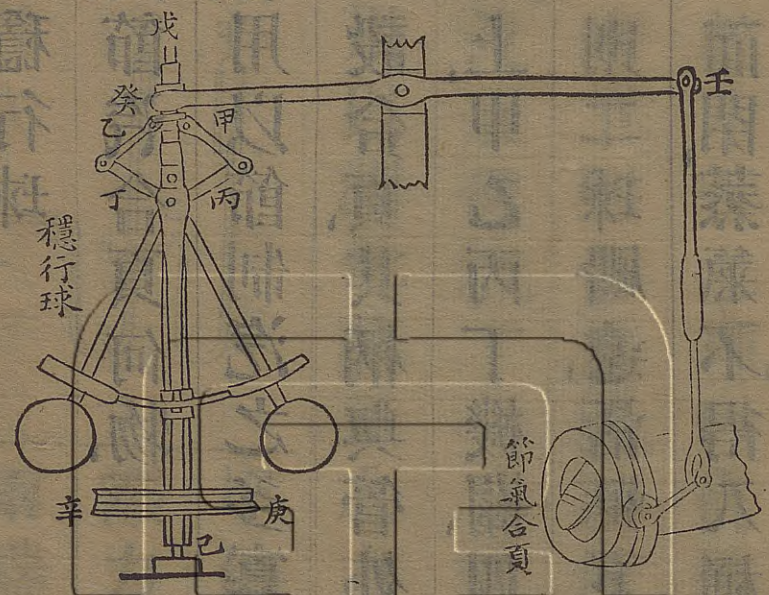
下有二鐵條，各綴鐵球重數

十斤，通力輪轉，皮帶拽動豎

軸，隨之旋轉，旋速則二球颺，

而機關下落，閉住合頁，以阻

節汽合頁



蒸氣，旋遲則二球併，而機關上擡，拽開合頁，以放蒸

增訂格物入門 卷三 論蒸氣

氣視球行遲速，節制合頁啟閉，令力均而行穩，故名  
穩行球。

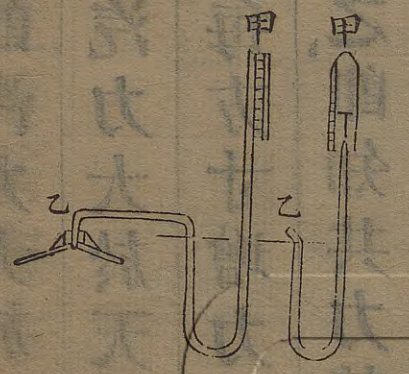
問：節汽合頁何物。

答：用以節制汽之多寡也。如前圖，於通汽入桶管內，安  
設合頁，其柄與管外王癸橫梁相連，以活樞聯於球  
上，甲乙丙丁機關，四隅俱活，可以上下，如輪行甚速，  
則二球颺遠，活樞下移，橫梁王端拽高，則合頁提直  
而閉，蒸氣不得入桶，迨輪行稍遲，則二球依近，活樞  
上擡，橫梁王端壓低，則合頁推側而開，蒸氣入桶，有

此節制汽力，無過不及之弊，斯運行平穩矣。又法，按  
節水管之理，以汽機吸水，水上浮木，木高則合頁閉，  
木下則合頁開，以節蒸氣之出入也。

問：汽表何物。

答：用以測量蒸氣之力也。如圖，甲乙曲管，乙端通蒸釜，

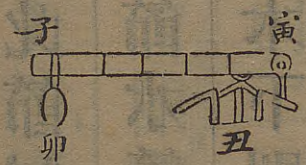


甲端上直，外畫度數，內盛水銀，蒸氣  
漲力與天氣壓力相等，則管中水銀  
兩端均平，若蒸氣力大，則乙端水銀  
被壓下落，甲端水銀上升，上升一寸，

即汽力大於天氣十二兩二錢八分，上升十六寸，即  
汽力大於天氣十二斤四兩四錢八分，是知蒸釜內  
每方寸增力十二斤四兩四錢八分，統蒸釜面積計  
之，即知共力若干矣。

問，平安合頁何物。

答，用以節制蒸氣之過度也。如圖，丑為上開合頁，與蒸

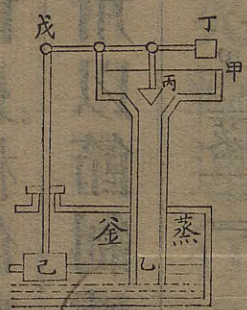


釜相連，子寅橫桿，上畫度數，架於合頁之  
上，卯為重錘，設蒸釜每方寸，須用力五十  
斤，將錘懸於五十斤度數，若釜內蒸氣力

大，則合頁頂開，以洩餘汽，迨汽力適合五十斤之數，  
則合頁自閉，蒸釜可免迸裂之虞，用保平安，故名平  
安合頁。

問，節水機何物。

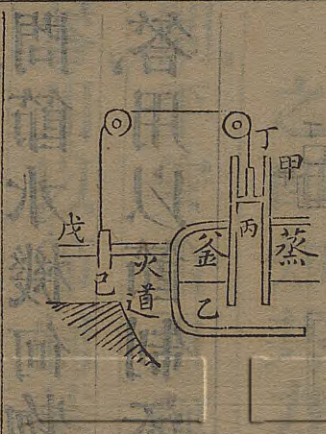
答，用以節制添入蒸釜之水也。如圖，甲乙引水管，通於



蒸釜，上設丙塞，與丁戊橫梁相連，橫  
梁戊端懸己木墩，令浮蒸釜水面，水  
多木浮，則丙下落，水入漸緩，甚至塞  
住，迨釜內水少，則木隨水下，而丙上提，水流入釜矣。

問、節火機何物、

答、用以節制爐火也、如圖、甲乙管通蒸釜、上設滑車、以



丁戊鐵練懸丙錘於管中、戊端懸己鐵板於爐中、以節制火道、如火大汽稠、釜水由管上升、將丙浮起、而已下垂、截住

火道、若火小汽微、釜水下退、則丙落而已提起、火道復通、用此機以節火、自無盛衰之慮矣、

問、記數輪何物、

答、用以記大輪旋轉次數也、法於汽機上、另設巧機、以

記數鐵牌、鎖於鐵盒內、輪轉一周、即撥過一牌、雖多

不紊、此亦瓦氏所造、先是瓦氏改造汽機、用於礦窰、

省煤甚多、約以節省三分之一酬之、因其數甚鉅、記

數需人、因思得此法、以便稽核、嗣輪船亦用此機、計

火輪運行之數、以考其行程多寡、

問、常用汽機之全式若何、

答、如圖、甲為蒸釜、內設火管數十具、使水易熱、乙為汽管、丙為汽桶、丁為水箱、戊己庚吸水管三具、俱隨午



許維全

未橫梁俯仰，令戊吸丁箱所化之水，已引熱水回蒸

釜，庚吸冷水入水箱，辛為

穩行球，壬為節汽合頁，癸

為汽表，子為平安合頁，寅

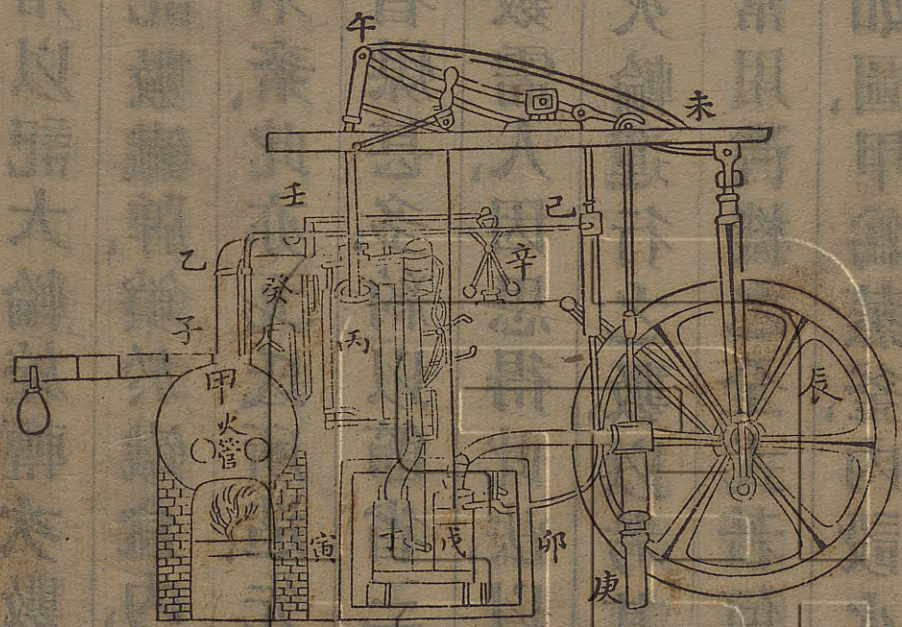
卯為水池，半蓄冷水，半蓄

熱水，辰為通力輪，此汽機

全式之大概也，亦有汽桶

橫臥，而不用橫梁者，近來

各外式之變通，幾無窮矣。



汽桶動靜之故

問：汽桶有靜有動，其故何也？

答：靜者或立或臥，為舊式，在陸地仍多用之，動者恒臥，

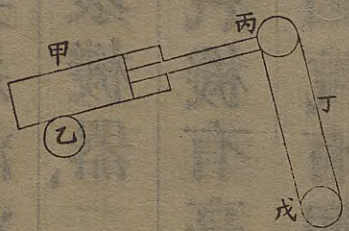
為新式，每用於船上，如圖，甲為汽桶，倚於橫軸上，以

便俯仰，丙為塞柄，丁為通力輪柄，戊為

輪軸，丙丁二柄以活樞相連，輪柄上下

旋轉，汽桶隨之擺搖，則塞柄往返常直，

磨阻較少，而力省矣。



節省汽力之法

問：節省汽力，近用何法？

答：舊法，放汽力催活塞，以漸加速直抵汽桶兩端，忽改

答道而回，頗覺費力，且機器易致損壞。新法放汽入桶，令活塞行至半途，而合頁閉阻，餘路只藉動力而行，其速漸減，則改道震動之弊較少，省汽過半，又免損壞機器。

汽機高度  
低度之分

問，汽機有高度機低度機之分，何也？

答，因汽有稠稀力有大小而分之也。汽稠力大，則表內水銀升度較高，故名高度機。汽稀力小，則表內水銀升度較低，故名低度機。

低度機

問，低度機何如？

答，低度皆有水箱，其汽桶餘氣放入水箱化水，無天氣抵抗，又蒸釜汽桶較大，每方寸喫力較小，可免迸裂之虞。況蒸氣化水後，又能將熱水引回蒸釜，則熱氣煤薪俱省矣。

高度機

問，高度機何如？

答，其機有二，一無水箱，其汽放出，遇天氣抵抗，熱氣隨散，故蒸釜須增力以補之。火車小船雖常用此機，究未免汽煤俱費。一有水箱，令汽極熱，因汽愈熱，其力愈增，熱至二百五十度，較水初沸時，其力加倍，熱至

高度機

高低合用機

三百度，則力加四倍。邇來大船每用有水箱之高度機者，取其汽稠力大，又無天氣抵阻，則行速而費省矣。

問：高低合用機何如？

答：其機有二，汽桶一小一大，小者為高度，大者為低度。

汽入小桶，極稠極熱，初入有合頁截之，令汽隨活塞而漲，迨活塞回行，汽由旁管入大桶，又隨活塞而漲，則汽無餘力。大桶活塞回行時，汽入水箱，遇冷化水，引回蒸釜，循環不已。又有用三桶相連者，其機用煤

汽機以馬力為則

最省，有每馬力只需燒煤三斤者，故輪船火車多用之。

問：汽機之力，以何為則？

答：以馬力為則，或一馬力，或一百馬力，至千餘馬力者，亦有之。

問：斤水化汽，生力若干？

答：有格物家拉德那者，曾算得斤水化汽，其漲開之力，

能將三十七噸重升高一尺，十六石若重為一石，即

能升高五百九十二尺。拉氏所計 英尺 英斤

斤水化汽之力

五斤水化  
汽之力

問、火車五斤水化汽，生力若干。

答、按拉氏計算，五斤水化汽，用於火車，二分時，其力能將二噸重運行三里，若用馬力，則半刻時，須馬四匹，依此計之，五百斤水，即將二百噸重運行三里矣。

一石煤化  
汽之力

問、燒一石煤，令水化汽，生力若干。

答、煤窰嘗以一石煤燒水，驗其化汽之力，能將五百噸重，升高一百尺，即百馬一日之力也。

汽機製造  
省力無窮

問、用汽機製造，其省人力若何。

答、省力甚多，如以汽機一具紡織，每日作工，可抵千餘人之力，因紡車織機，其數雖多，而汽機一具，即能使之運動，故省力無窮也。

汽機代人  
工

問、用汽機代人工，其以紡織為業者，何以為生。

答、自汽機通行以後，凡藉紡織為業者，初時未免另圖生計，然衣服布帛，價值因之頓減，且汽機既興，百業俱隆，如開礦挖煤，冶鐵建橋，修道行船，運車等事，用人極多，又因火輪舟車載運，通商最為便捷，故各項工人，不但無虞生計，而民衆較前尤為富足。

汽機紡織  
利益

問、汽機紡織，其利益若何。

阿氏以汽機代紡

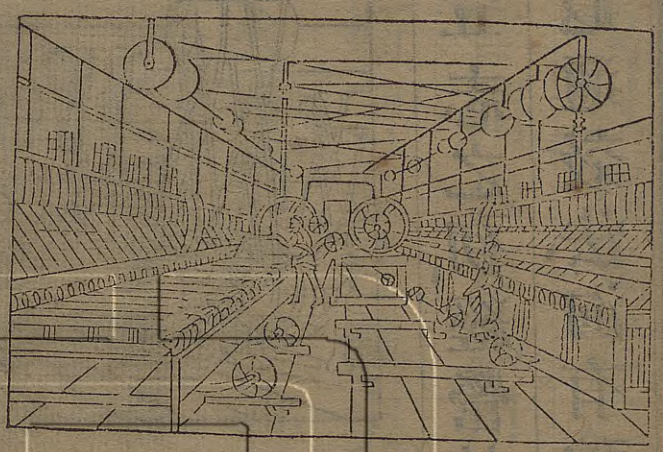
答、如英國業此者、有數十萬人、所織布疋、洋呢羽毛綾紗等物、無遠弗屆、不但本國利益無窮、凡通商各國、亦加豐盛、皆賴汽機之力、否則舉國盡人業此、而所織之物、亦難有若是之多也。

阿氏以汽機代紡

問、汽機代紡、創自何人、

答、英國有阿克來者、素貧、恒以五行之物、研究其理、為樂、每思創自行不已之器、探索經年、迄無成就、而本業就荒、益形貧乏、嗣見鄰人業織者甚夥、而紡工不逮、益思創造機器、以代人工、其妻以其孜孜造作、終

克氏以汽機代織



日若癡、屢勸弗聽、雖毀其具、而仍造如故、經營既久、造成代紡汽機、如圖式、靈巧不啻人工、且汽機一具、足抵千人之力、由是通行、家致小康、旋聞於國主、以其法善、且能裕國便民、錫爵勞之。

問、汽機代織、創自何人、

答、英國有教士克德來者、家道素豐、施醫濟世、自紡線汽機興、論者恒以紡多織少、有此盈彼絀之虞、因思

汽機既能代紡，必能代織，遂專心致志，無間朝夕，嗣

以事繁辭職，其志愈專，閱十餘年，

造成代織汽機，如圖式，試之亦頗

靈巧，而家業因之消乏，旋與富室

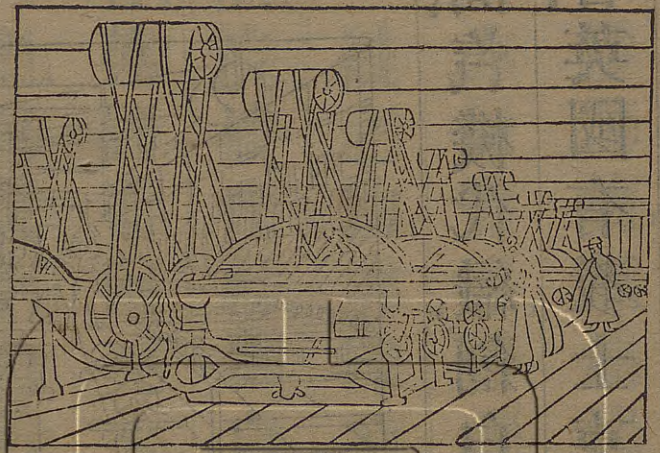
偕駭鳩工，起造大廈，廣置織機，為

久遠計，詎工甫竣，遽遭回祿，遂致

家業蕩然，藉硯田為生計焉。溯自

立志之初，經營廿四寒暑，破產幾及十萬，厥功始成。

遐邇效法，洵有裨國計民生，國主亟為嘉獎，酬金三



火車之始

問萬以為養老之資，彼時火輪舟車尚未興造，而克氏

嘗謂火力為用無窮，苟能擴而充之，必可運行舟車，

斯言今已驗矣。

火車創始

問火車創始何如。

答昔英國多開礦窰，凡自窰運重至海口者，恒鑄鐵為

路，以行馬車，取其平坦，而少磨阻，至火輪汽機，僅用

汲水提重而已，迨嘉慶五年間，始造汽機火車，以代

馬力焉。

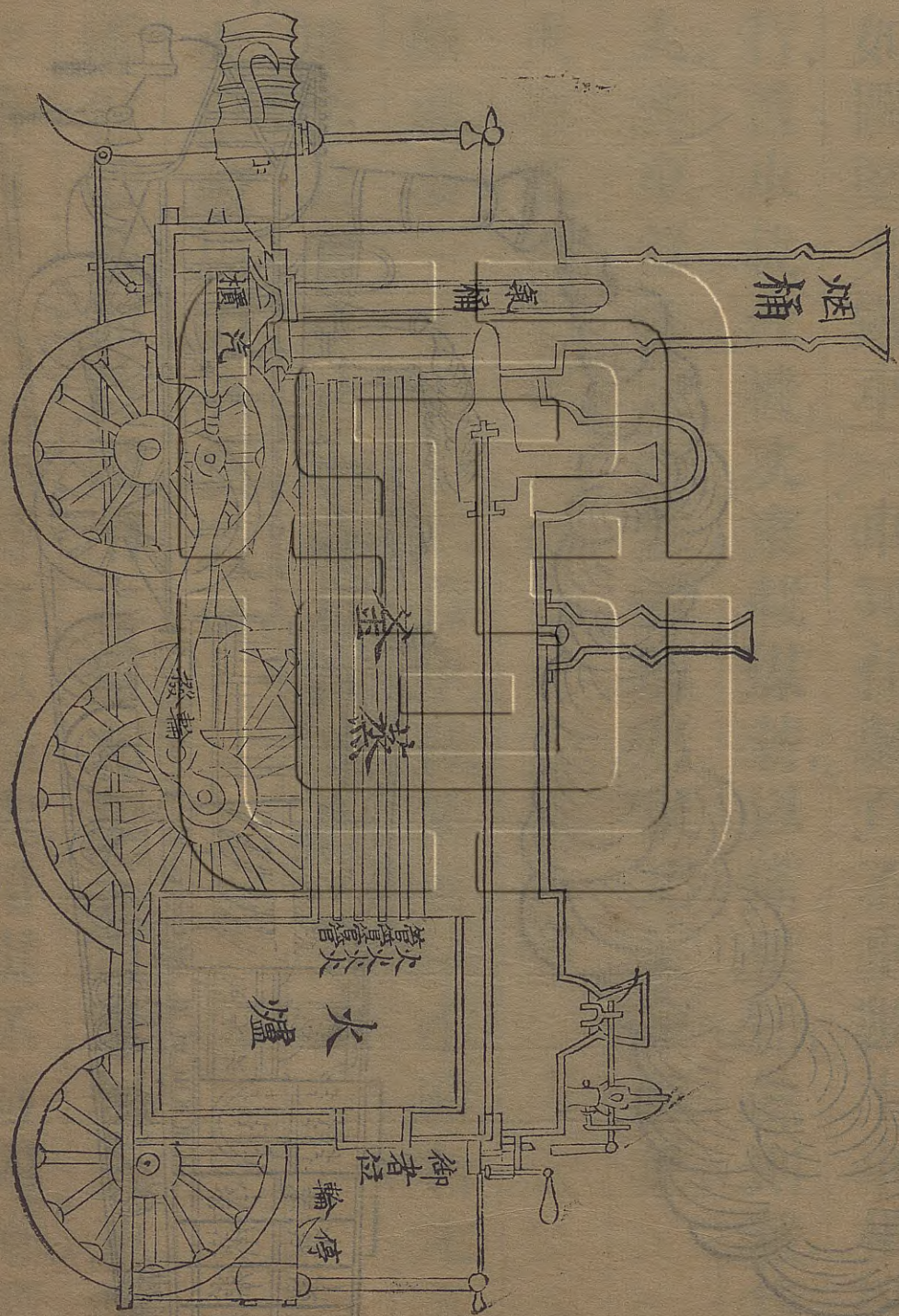
問馬車鐵路何如。

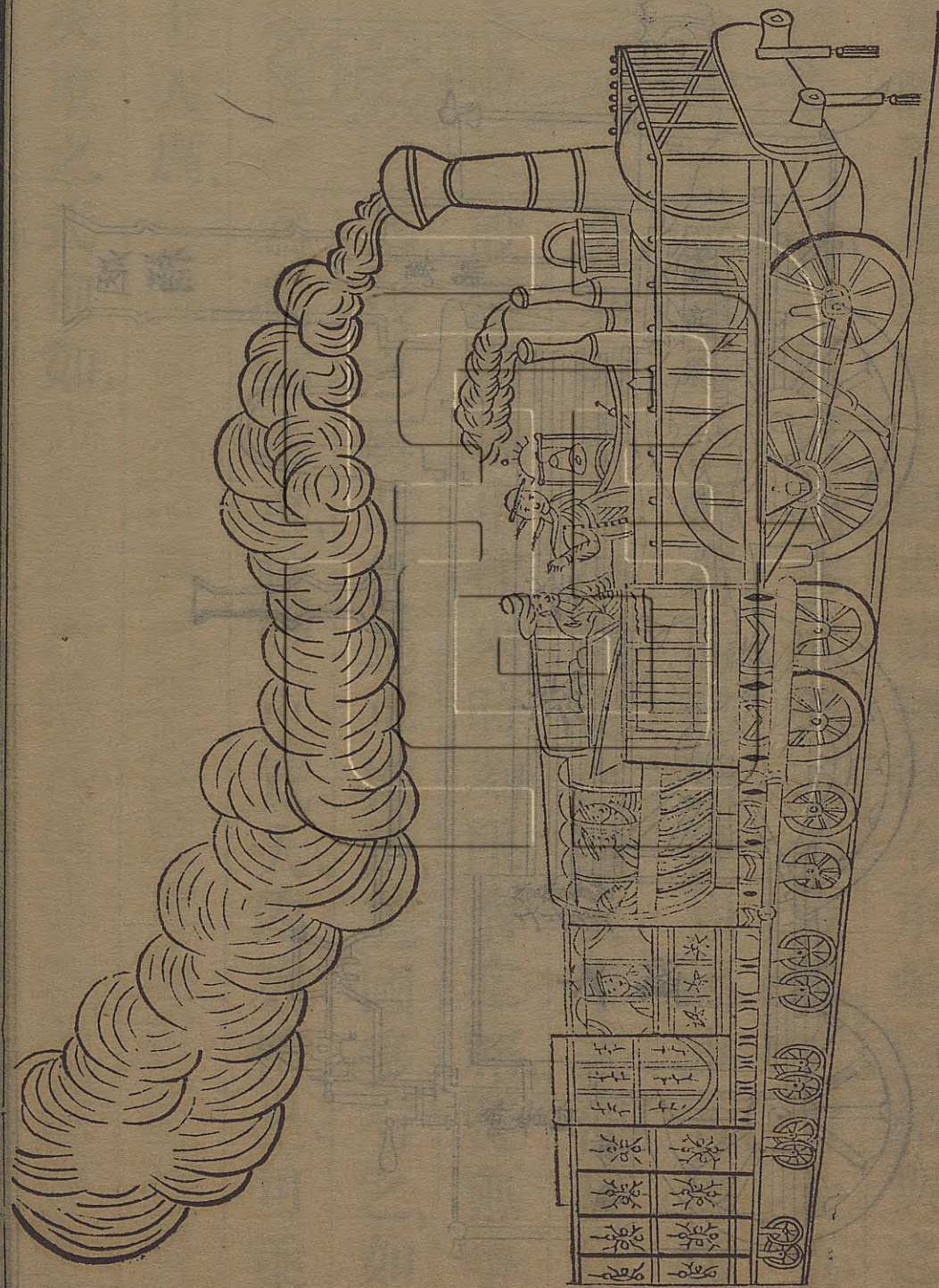
馬車鐵路



答、車軌下置堅木，上釘凸出鐵條，令車輪凹槽與之恰合。一馬可拽多車，惟不若汽機之力大也。今火車雖已暢行，而鐵路僅用馬車者，仍復不少。如城市人烟稠密之區，火車未便駛行，安設鐵路，馬車往來，時刻限有定格，從無爭先落後之虞。此等馬車鐵路，美國多有之。如圖為載客之車，較常車寬大，內列椅坐，可乘數十人焉。

問、火車之式何如？





答、如圖、堅大鐵車、一車可任數百石重、數十車相接而行、首車載汽機、次車載煤薪、以備供給、餘則載貨坐人、客車修飾整齊、飲食起居、與處家室無異、

火車之速

問、火車之速若何、

答、極速者、一小時行二百里、載重者、一小時行七八十里、尋常客車、一小時行百餘里、

火車省費

問、火車較馬力省費若何、

答、所省甚多、如英國有二城、相距三百里、用火車載客二百四十人、五小時可以往返、用煤不過四噸、價銀



火車費

火車過山

約值十五兩，若以馬車為驛，須二十四小時，車二十  
答兩，馬千餘匹，方能更代接濟，價銀約值五百兩，較火  
問車費過三十倍矣。

問火車過山若何。



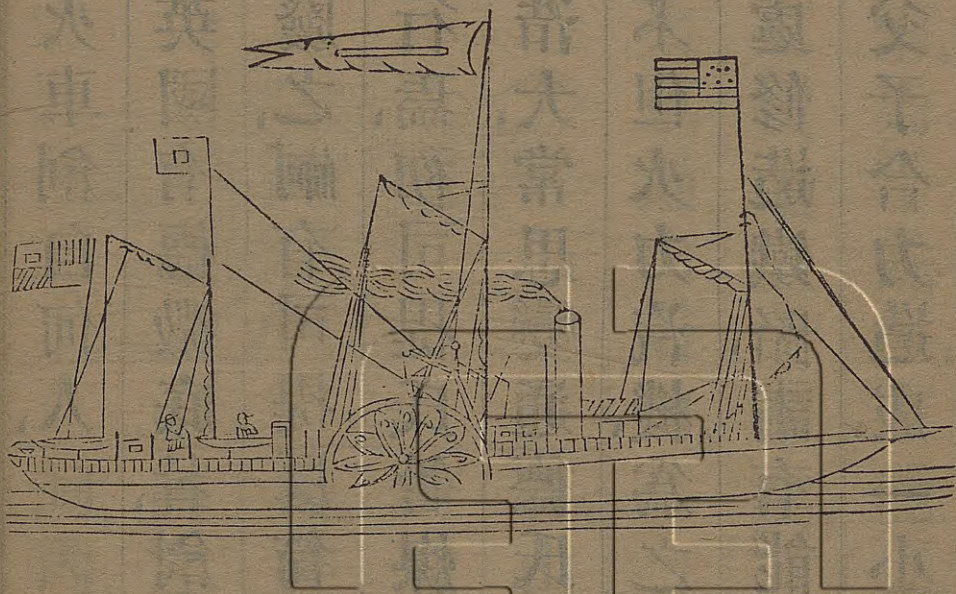
答山坡漸高，則鐵路往返盤繞而上，  
山坡太直，則輪路皆有鋸齒，互相銜  
接，便能節節而上，下趨亦然，若遇極  
高之山，無路繞行，則如圖式，穿鑿山  
洞，內設鐵路，以便車行。

德氏司氏  
創造火車

問火車創自何人。

答英國有德微底者，創於嘉慶五年間，因法未盡善，旋  
廢之，嗣有司提反筍者，父子相繼造之，始合用而通  
行焉，初司提氏管煤窯火輪汽機，因馬力運煤，費用  
浩大，常思變通德氏舊式，以代馬力，其子幼好格物，  
不但火力汽機為之不倦，尤嗜電學，迨道光七年，某  
處修造鐵路，謂有能造鐵馬車即火者，酬以千金，因而  
父子合力造成，一小時能行九十里，人多奇之，號為  
火箭，火車由是廣行焉。

問、輪船之式何如、



答、船式不一、視所用而定、其外式略似常舟、惟如圖式、船設汽機火輪、藉汽力運輪、以駛船行、在江河者無帆檣、行洋海者有帆檣、小者長不過二三丈、大者長數十丈、客船裝飾華麗、儼若富室、一船可載千餘人、裝貨數萬石、有明輪暗輪二種、明輪有

設船兩旁者、有設船尾後者、暗輪有單有雙、形如螺絲、皆臥設船尾之底也、  
圖式係明輪暗輪式見水學

問、輪船之速若何、

答、風平浪靜、一小時能行六十里、常用者、一小時行三十里、一晝夜可行七八百里、由天津至廣東、用帆船、須行兩三月、用輪船、只行七八日、由英國至美國、用帆船、須行一二月、用輪船、只行六七日、况帆船之行、必御順風、無風則止、輪船則無論風之順逆有無、均可前行也、

問、輪船創自何人、

答、乾隆末年、蘇格蘭有賽明敦者、造小輪船一隻、載客湖中、往來游戲、越數年、又造稍大者、為他舟帶江之用、因機器未能盡善、旋廢之、同時美國有富拉頓者、在法京創造輪船、法君那波侖見而許可、謂此船若與天下大勢因之不變、旋以不速而廢、富氏恒心不易、遂旋故里、措資重造、迨嘉慶十年、其工始竣、入水試行、延顯著游於江河、不意船忽停滯、客有誚其拙者、有憚其險者、富氏慰之曰、勿病勿懼、爰搜其弊而

理之、遂行如故、傍岸居民見迎風逆水、行速無阻、且夜間火光發耀、駭以為怪、羣逃避之、此輪船之始也、問、鐵路之興、各國多寡若何、

答、天下大國、皆有之也、察光緒十三年各國鐵路里數、

列表如左、

表 中 皆 載 洋 里 每  
一 洋 里 合 三 華 里

國 名	里 數
英 美 國	五 六 七 〇 〇
法 德 國	一 五 三 〇 〇 〇
俄 國	三 一 〇 〇 〇
奧 國	二 八 〇 〇 〇
奧 國	一 七 二 〇 〇
奧 國	一 四 〇 〇 〇
比 國	二 七 五 六
巴 國	四 九 五 五
日 國	四 一 〇
秘 國	二 三 二 〇
秘 國	一 六 二 五
葡 國	一 一 七 五
日 國	六 六 〇 〇
瑞 國	五 五 〇 〇
瑞 國	一 七 〇 〇
土 國	二 三 二 四

問、輪船之興、其數漸增若何、

答、天下航海輪船、每十年漸增之數、列表如左、  
因輪船大小不一

等故不計隻數而  
以所載噸數記之

年	分	年	數	噸
年	元	光	道	六〇〇〇〇
年	一	十	光	二八〇〇〇〇
年	一	十	光	一一六〇〇〇〇
年	元	豐	咸	三九二〇〇〇〇
年	一	十	豐	八二〇〇〇〇〇
年	十	七	治	一九一八〇〇〇〇
年	七	七	緒	五六四四〇〇〇〇

以上二表、係甲子年舊本、茲雖船政推廣、內地鐵路

漸興、姑存其畧、以備將來考證焉、

問、中國若用輪船火車、其利益何如、

答、中國各海口、輪船往來、俱已知其利益、若各省陸路

通衢、廣建火車鐵路、往來販運、合四境以通有無、其

用既便、其利必溥、再能於江河添設輪船、往來貿易、

則運速而費省、不但此也、如遇某地荒歉、運糧接濟、

可以速至、或聞盜賊竊發、調兵剿除、可以速滅、每見

宵小跳梁、或因徵兵遲滯、或因運餉耽延、遂至蔓延、

釀成巨患、兵法云、兵貴神速、設用火輪舟車運兵、出

其不意，攻其不備，如迅雷不及掩耳，又何盜之不殲哉。且有火車運兵，僅以一隊勁旅，已可作干城之恃。因相距二三千裡，朝發即可夕至，周流接應，較隨處設防，尤為便利。故火輪舟車，洵於國計民生，大有裨益也。

聲音之生

下章論聲音

因聲音隨天氣傳  
颺故附氣學後

問、聲音由何而生、

答、凡物相觸、藉天氣顫動、傳颺入耳、耳有輪廓、收束接受而成聲也、

問、天氣傳聲、何以驗之、

答、玻璃罩內置白鳴鐘、以吸氣筒吸空天氣、鐘雖自擊而不聞聲、是知聲音實藉天氣傳颺、故星月之際、雖有極大聲音、不能達於地面、因無天氣傳颺也、

問、天氣厚薄、與聲音大小相涉否、

驗天氣傳聲

氣薄聲小  
氣厚聲大

答、氣薄則聲小、氣厚則聲大、如欲驗之、仍用前空罩、放  
入些須天氣、則微聞擊鐘之聲、內氣愈稠、擊聲愈大、  
此其證也、又人在極高山上放槍、其聲細如拍手、若  
二人在北極黑道、雖相距數里、尚可通語、此亦氣薄  
聲小、氣厚聲大之證也、

問、傳聲之速何如、

答、天氣無論動靜、皆能傳聲、惟考驗聲速、必取其靜時  
方準、因動則風順、傳聲較快、風逆、傳聲較慢、靜則氣  
冷、傳聲較快、氣熱、傳聲較慢、若天氣中和、  
法倫表  
六十度每

秒傳行一百零五丈、聲之大小無異、放極微之聲、與  
巨雷相較、其速皆同、惟聲大始能聞遠也、小十六音  
問、傳聲能聞若干遠、

答、聲之大小、風之順逆、及地面海面均有差別、聲大則  
顫動較速、風順則顫行無阻、水平則行無滯礙、如海  
靜風順時、大礮之聲、有聞至六百里者、西印度海島  
有火山、對面為和蘭屬地、相距九百餘里、火山爆裂、其  
往往聞於對岸、又光緒十二年、葛留巴火山爆裂、其  
聲傳至三千里之外、可謂遠矣、

計發聲遠近

發聲遠近之理

發聲之理

各質皆能傳聲

傳聲之物

增訂格物八月 卷三

七十一

問、發聲相距遠近、何以計之、  
 答、以時之大小計之、設放礮見光後、歷五秒、始聞聲、即  
 知相距五百餘丈、又見電光後、歷十秒、始聞雷聲、即  
 知發電處相距千餘丈矣、至六百里、音西時、則  
 問、聲音大小、隨發聲遠近、其理何如、  
 答、聲音發於一點、散布六面、故漸近漸大、漸遠漸小、與  
 光熱電及地球吸力理同、所以聲音大小之比、若相  
 距自乘反比、如近一半、大四倍、遠四倍、即小十六倍、  
 此指發聲空申、散布六面而言、至聲之向一面而發、  
 則與此異矣、

問、除天氣外、更有傳聲之物否、

答、實質流質虛質皆能傳聲、惟萬物中傳聲、有勝於天  
 氣者、有不能傳聲者、大抵物有躍力一擊而顫動者、  
 皆能傳聲也、

問、能傳聲者何物、

答、水木鐵石等物、最能傳聲、如二石在水中相擊、浸耳  
 於水聽之、其聲較天氣中更大、又極長、大木、此端緊  
 貼耳輪、彼端有人以指甲刮之、其聲能傳入耳、稍離

增訂格物八月 卷三

論聲音

七十一

按傳聲理  
造器

則不聞也。又聾者口銜木條，一端置樂器上，其聲由口入耳，聞之歷歷不爽。又鐵絲扯緊而彈之，其聲不大，若以繩聯絲之兩端，堵嚴耳內，而復彈之，則聲如巨鐘矣。

問、按此理造器若何。

答、西醫有器，名聽肺木，係以堅木為之，長不盈尺，遇患肺疾者，置此端於胸次，醫枕彼端而聽之，隨聽隨移，審其呼吸，辨其部位，即知病原所在，與症之輕重。又有器名聞聲扇，置於聾者胸前，用以接聲，口銜其柄。

不能傳聲  
之物

聲由牙而達腦，然不能人人皆驗也。

問、不能傳聲者何物。

答、泥鉛紗棉等物，皆不能傳聲。大抵物無躍力，擊之不顫者，皆不能傳聲也。

驗物顫動  
發聲

問、物之發聲，由於體顫，何以驗之。



答、物之顫動，有手捫而知者，有目見而知者，有因他物感動而知者，如撞巨鐘，以手捫之，覺鐘微顫，至手捫時，因有所阻，其聲必微。又以手彈琴，見絃顫動，即聞有聲。又極薄玻璃





碗盛水，濕指刮之有聲，即見碗水顫動。又如圖，以鐵鉗夾玻璃片，上鋪細砂，用琴弓搓摩其邊，即有聲若琴。砂屑倏聚倏散，變幻成花，且花紋按顫速而成各式，故可隨意為之。此皆顫動發聲之驗也。

高低隨物顫速

問、物顫於聲音高低何如。

答、顫速音高，甚速無音，顫緩音低，甚緩亦無音也。如一秒時，琴絃顫動十五次，音雖低，尚能和諧。緩過此，則斷續不和，甚至無音。若一秒時，琴絃顫動四萬五千

驗高低隨顫速

餘次，其速三千倍於前，音雖高，尚可成聲。速過此，則人不能聞矣。或有禽獸昆蟲之較人尤聰者，於甚低甚高之音，尚能聞之，亦未可知。

問、聲音高低隨顫速，何以驗之。

答、齒輪旋轉，以箸按齒撥之，則顫緩而聲低，漸速則齒若相連，其聲微高。極速則融成一片，其聲愈高。又以金剛石鑽瓷器，初慢而聲低，漸快而聲高，皆其證也。

聲音高低大小不同

問、聲音高低與大小，其義同否。

答、不同也。如風雷及海水沖擊石岸，其聲雖大，其音實

大小不同  
琴絃驗顫  
速

高低隨絃  
定音

倍速音高

絃分八音

絃各顫速

答低若秋蟬蟋蟀之鳴其音雖高其聲實小故不能及

問遠也

問以琴絃驗顫速若何

答琴絃若鬆彈之無音稍緊則顫緩而音低極緊則顫

答速而音高故琴設軸柱俾鬆緊其絃以定音之高下

問也

問琴絃定音更有何法

答音之高低又隨絃之長短粗細而定短而細則顫速

而音高長而粗則顫緩而音低笙簫之管其長短粗

細與此理同

問琴絃顫速每增一倍其音高低何如

答其音若為高八音則琴絃折半顫速加倍而音高一

倍

問琴絃須若干長始分八音

答各絃長短如四十八四十五四十三十六三十二三

十二十七二十四相比則分為八音

問琴之各絃顫速何如

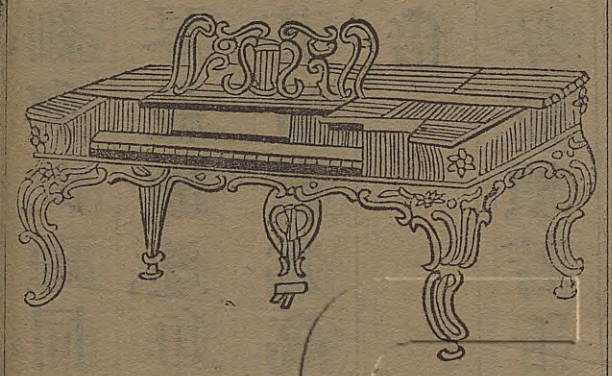
答顫速與長短相反如二十四二十七三十三三十二三

洋琴

問、洋琴何物、

十六、四十、四十五、四十八之比、故四十八之絃、顛二十四次、其二十四之絃、必顛四十八次、餘可類推、

答、係西國最美樂器也、如圖甲乙洋琴、形如扁箱、四隅



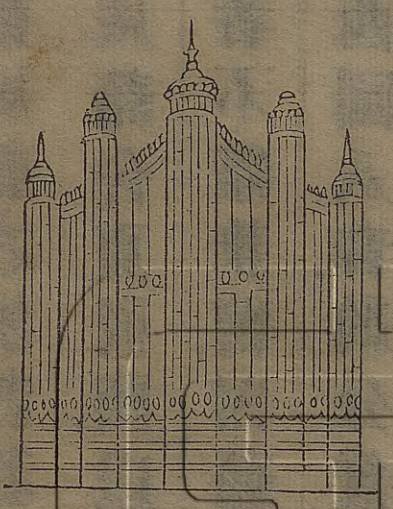
有足、內置鋼絲琴絃數十條、長短不等、各有螺絲機關、俾絃鬆緊、以定音之高下、各絃相對有錘、以指按之、則錘擊絃而成聲、與手撫無異、惟比常琴音律較備、樂聲較大、不但有專家

風琴

問、風琴何物、

肄習為業者、即民間男女、亦皆習之、故家庭讌集、每樂為鼓作也、

答、亦洋琴之類也、名雖為琴、其實無絃而有管、長短粗



細不等、竹與銅鋼皆可為之、多至數百、與笙相似、如圖式、各管均有合頁、以司啟閉、吹以風箱、即成樂音、小者形如立櫃、設於

家室、一人以足鼓風、手撫而作之、大者形如高室、其

八音分爲三類

風琴

管層層外露，設於堂宇，一人司音樂，另用二人轉輪鼓風，聲之宏者，若迅雷在空，音之細者，若微風過隙，咸藉合頁啟閉，以定音之高下，與洋琴樂理相似，學者不難兼習，因藉風鼓動，故名風琴。

問：西國八音，約分幾類？  
答：分爲三類，準前例，三除二十七，二十四，得九與八，三除三十六，三十二，五除四十五，四十，亦得九與八，三除三十一，二十七，得十與九，四除四十，三十六，亦得十與九，二除三十三，三十，得十六與十五，三除四十八

音律

三類之別

答：四十五，亦得十六與十五，故八音按顫速，分爲九與八比，十與九比，十六與十五比三類，故以此令各絃與最近之絃相比，皆成八音，是第一第四第六絃，均顫八次，則第二第五第七絃，均顫九次，第二第五絃，均顫九次，則第三第六絃，均顫十次，第三第七絃，均顫十五次，則第四第八絃，均顫十六次。

問：八音分爲三類，何以別之？  
答：第一第四第六之音，爲大音，第二第五之音，爲小音，第三第七之音，爲半音，其第八音，乃四十八與二十

華音與西音異同

三聲之限

音分層數

驗二聲成啞

二聲成啞之理

四相比其數加倍故謂重音八音四十八與二

問中國七音西國八音其異同若何

答西國雖有八音惟第八音乃第一之重音故仍與七

音等夫中國七音宮商角徵羽五音加半徵半羽共

成七音西國夫音小音亦為五音加二半音亦成七

音所多者只一重音西國八音與中國七音均出自

然故似異而實同也

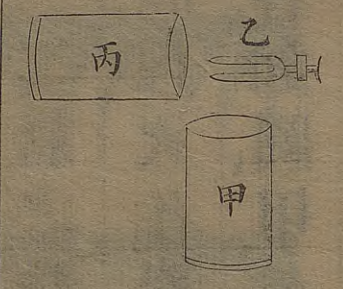
問聲音高低共分幾層

答以八音為一層人耳所能辨者為十層其顫之速緩

差一千零二十四倍雖極好樂器不過包括六層女

子之音較男子高八音適差一層

問二聲成啞何以驗之

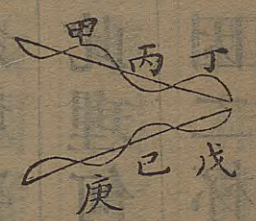


答如圖甲柱形玻璃杯置於几上橫乙定音叉於上而彈之則音自杯中迴響若以同式丙玻璃杯橫向叉口即聞其音忽止

忽發矣

問此理何解

答因二杯中氣互相顫動相觸而滅其音與二浪成



平、二光成暗

見光學

理同、如圖、甲丙丁為一

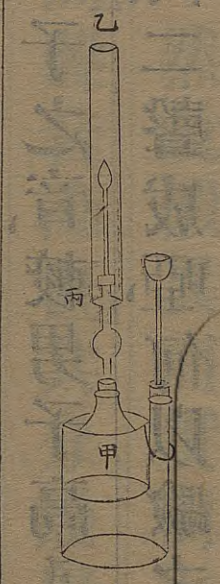
杯氣顫之勢、戊己庚為一杯氣顫之勢、丙

己二氣之勢相觸而消、則音忽止、至丁戊

二氣之勢復離、則音又發矣、

問、以火作樂、其法若何、

答、如圖、甲為儲輕氣瓶、乙丙為玻璃管、直執其管、放輕



氣入而燃之、則見微光、且聞樂音、其聲嗚嗚、因氣熱而顫、藉玻

璃而發聲也、其聲之高低、隨管之上下、八音可任意

作之、

火焰感樂之法

問、火焰感樂、其法若何、

答、令火焰由竇發出、分為數十道、依近作樂、即見火焰

跳躍、其焰之高低、動之

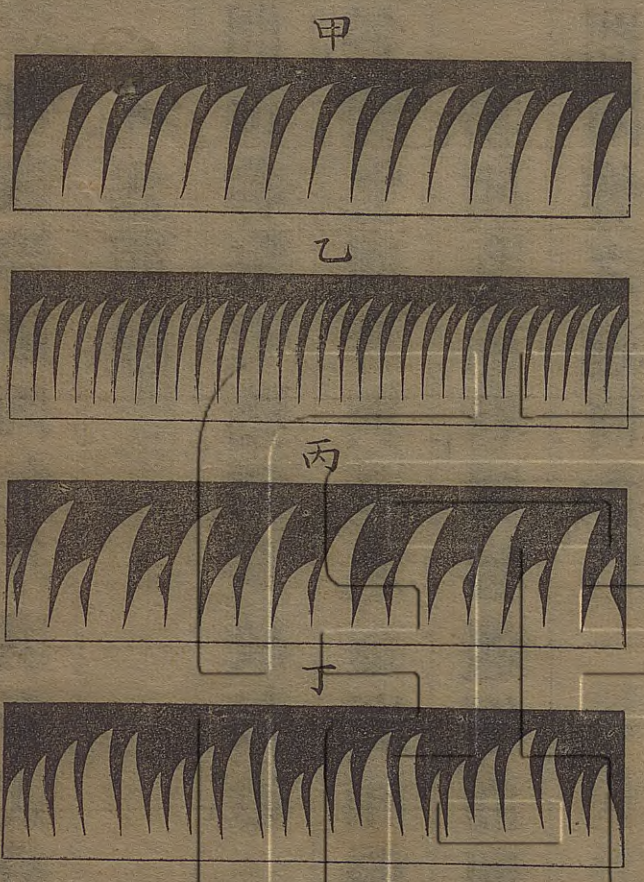
快慢、皆與樂聲相和、蓋

天氣顫動而感之也、如

圖、樂音平和、火焰形如

甲、忽加高八音、火焰形

如乙、音高低並至、火焰



山谷應聲之故

粗細形如丙如丁其各式分列若以凹鑑返照於壁尤為明顯

回響之速

問山谷每有應聲其故何也  
答聲之回響與光之返照相似因天氣傳聲遇高大之物阻其前行則聲遇觸而回也  
問回響之速何如  
答準前聲速既每秒行一百零五丈則往返時應加倍如大河對岸有高牆礮聲回響需時六秒即知河闊為三百十五丈矣

回響隨距遠近

問牆距若干遠方聞回響  
答聲速既每秒行一百零五丈相距若近則往返之時甚小二聲幾至相合不能聞其回響必需時十分秒之一始能辨之設一秒分作十小分則每小分聲行十丈有半惟回響須計往返之路故對岸高牆至少相距五丈又四分之一始能辨一字回響若相距十丈有半則聞二字回響每加五丈又四分之一可多聞一字回響也

聲斜出回響

問聲若對牆斜出其回響何如

響 聲 掠 出 回

答、與光直射返照，二角均勻理同，如圖，乙為牆，聲若出



丙直向，則回響必直回至丙，聲若出甲  
斜向，則回響必斜回至丁，甲乙丙丁乙  
丙二角必等，如二人向牆斜立，其間復

有牆隔之，令聲曲折相通，則聲出於此，聞之必在對  
面牆後也。

球 心 回 響

問、房頂形如球皮，其回響何如，其回響必說與十合

答、聲自球心而出，其響仍回球心，房高則聲出球心以

下，回響聚於球心以上，若球形凹鏡之聚光然。

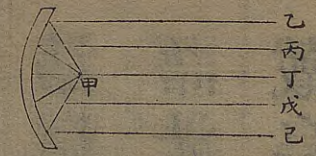
正 圓 心 回 響

問、牆為正圓式，

即圓桶式

其回響何如，

答、聲自居中而出，回響盡聚圓心，且聲大而真，如出聲



之處稍偏，則回響亂矣，若牆為正圓弧之一

分，而出聲距牆較遠者，如圖，乙丙丁戊己諸

點，則回響聚於半徑之半，如甲，設聲自甲出，

回響平行，可以達遠，甲不獨為一點，即在甲點作線

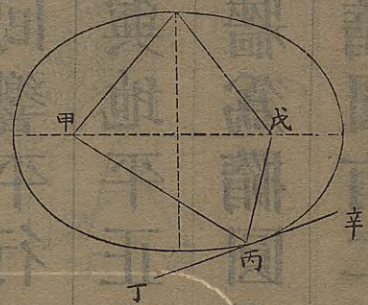
與地平正交線之各點皆然。

問、牆為橢圓式，其回響何如，

響 橢 圓 心 回

答、橢圓有二心，則此心出聲，彼心聞之甚悉，如圖，甲戊

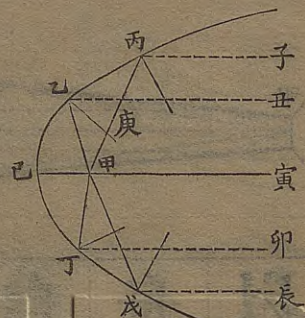




爲二心，自甲出聲至丙，必回響至戊，因按橢圓理，甲丙丁戊丙辛二角必等，故丙無論在曲線上何點，其回響仍歸於戊。西國古時有虐君戴烏者，曾按此式造獄，囚禁多人，而於聚音之點設密幕，潛身竊聽，有語涉不軌者，輒置重典。迄今遺蹟尙存，西人相傳爲戴烏耳。近年西國亦有按此造室者，名顯聲樓，因在此心低語，彼心卽能顯音，所以此心發聲，其在旁者，反不如彼心聞之真切也。

拋物心回響

問、牆爲拋物線式，其回響何如？  
答、聲自拋物線心而出，回響必平行，不散不聚，且能達遠，如圖，聲自甲至乙，其回響必循乙丑



平行而達遠，因甲乙庚丑乙庚二角相等，至丙至戊至丁皆然，故西國大堂之講臺，其牆恒用此式，講者既不費力，聽者雖遠亦真。

牆爲小圓弧，亦與此理同。

以上三式詳見格物測算

問、傳聲管何物？

答、西國高樓，多隱銅管於牆內，從上層曲折達於下層，

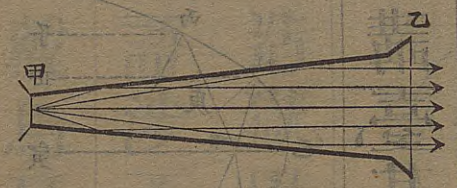
傳聲管

揚聲筒

答、自上由管傳語、下層聞之、不啻面談、而在旁者反不

問、能聞也、

問、揚聲筒何物、



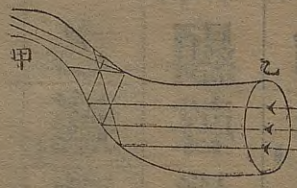
答、如圖、甲乙為揚聲筒、形如號筒而口敞、聲自甲而入、自乙而出、能達數里之遙、海上二舟相遇、船主以此接談、水手上桅理帆、舟師以此傳諭、雖遇大風、聲無散亂之虞也、

接聲筒

答、與揚聲筒相似、而其用相反、如二人遠處交談、彼以

問、接聲筒何物、

揚聲筒傳於口、此以接聲筒入於耳、則聞之若近、如



圖、甲乙為接聲筒、形如喇叭而曲、聲自乙而入、自甲而出、按揚聲筒亦可用以接聲、如二人遠處交談、彼順置可以揚聲、此倒置可以接聲、而聾者所用、專為接聲、故以曲式為便、

問、傳聲線何物、

答、以線傳聲、理與傳聲管相似、其線或用絲麻、或用銅

鐵、皆須甚緊、兩端繫以空筒、出聲則口倚之、聞聲則耳倚之、聲借線顫而傳、雖數里之遙、語言亦能達到、

傳聲線

問、德律風何物、

答、西語德律風、譯即颺聲及遠也、法以銅鐵作線、兩端

繫以小筒、外式與傳聲線同、惟筒內有磁鐵、筒口以

極薄鐵片鞣嚴、各連電池、對之出聲、則鐵片微顫、電

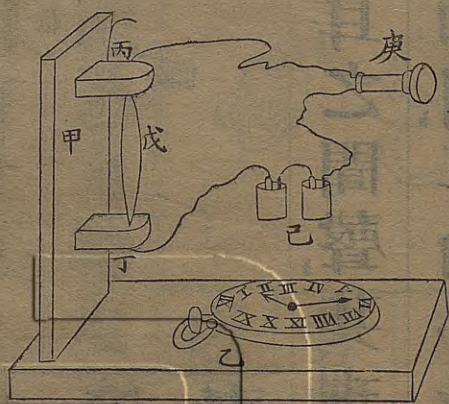
氣能令彼端鐵片同時顫動、則彼端聞聲矣、雖千里

之遙、語言亦能達到、用於數十里內尤便、

問、顯聲機何物、

答、如圖、甲乙橫豎二板、甲板嵌丙丁堅炭二片、中置戊

堅炭一條、長約數寸、兩端倚處稍鬆、令易顫動、己為



電池、庚為德律風、以銅絲連於炭

片、聲觸戊炭顫動、藉電力以傳之、

則甲乙相近處作微聲、庚處聞之、

大如迅雷、若置時辰表於乙板、則

表機聞如車響、置八音琴於乙板、

則樂音傳至數里、因顯其微聲使大、故名顯聲機、醫

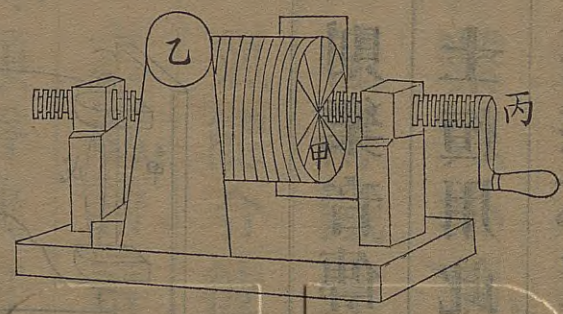
士恒用此機、以聞心肺血脈、若此機與德律風附用、

其聲不但達遠、且能真切、

問、儲聲機何物、

論聲

答、如圖、甲橫筒上包錫箔、軸設螺紋、以便旋轉時左右

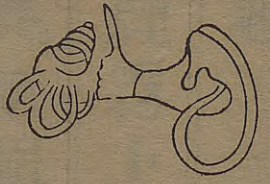


挪移、乙為小筒、狀如德律風、惟底口薄翅上、帶有小鍼、正交甲筒上錫箔、若對乙筒發聲、則薄翅上小鍼隨之顫動、劃於錫箔、若鐫字然、其聲儲於機上、無論歷時久暫、反旋丙軸、其聲復出、歷歷不爽、因儲聲可以經久、故名儲聲機。

耳聞聲之理

問、耳之間聲、其理何也、

答、如圖、耳輪外敞如接聲筒、內蒙薄翅如鼓、復生細筋、



通於腦髓、令有知覺、恐薄細不堅、外生硬骨以衛之、復恐枯乾、受音不亮、內生精液以潤之、又有氣管聯於口、通氣以助之、至獸之耳輪、更有活動者、無論聲從何向發來、俱能轉而接受也、

口出聲之理

問、口之出聲、其理何也、

答、與笙簫之理相似、而其用尤妙、因氣嚙分為兩節、上節大、下節小、相接之處生薄翅、如笙之簧、氣出則顫動成聲、鬆緊隨意、以收放聲之高低、準前論、以八音

口出氣之

爲一層，而喉之最佳者，高低可作十層，又一音中可分爲上中下三音，是音之高低，共有二百四十，均由喉嚨而出，而唇舌又能分音辨字，以至數千，迨出口成聲，藉天氣傳播，令他人以耳接受，遂能領會，三者若合符節，此皆發於造化之自然，非人造之器所能及也。

以喉志之，亦喉管與外口，雖喉以與之至，骨以齒之，則怒林，掉受音不亮，內坐赫赫，氣以氣，則合音，喉管與外口，雖喉以與之至。

附題

問、煙霧上升，其故何也。

問、風吹屋瓦，由煙筒下撲，使煙倒出，其故何也。

問、鳥體重於天氣，仍能上飛，其故何也。

問、小兒吹氣泡，內外皆氣，何以始升而終落。

問、風雨表水銀高低，隨時隨地不同，吸水管吸水，有高

低之差否。

問、某地表中水銀低一寸，其吸水應差若干。

問、山頂表中水銀高十二寸，每方寸天氣壓力若干。

問、天氣積於五尺桶內、每方寸漲力十八斤、若以此氣

問、盛一尺桶內、其漲力若干、則水懸蓋若平、則

問、吸氣筒水銀高八寸、罩內之氣、較外氣稠稀若何、

問、蒸氣之力、自何而生、則氣不同、則水管則水自高

問、蒸氣機分有數種、其理何別、欲長而發、蒸之器所

問、夜間聞聲、較白晝更清、其故何也、也

問、雜亂之聲、與樂聲何以分別、則出其姑回也

問、獸露土其姑回也

增訂格物入門卷三終



